

jc997 U.S. PTO
09/817833
03/26/01


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. application: Kazuhiko YUKAWA
For: DIGITAL CAMERA
U.S. Serial No.: To Be Assigned
Filed: Concurrently
Group Art Unit: To Be Assigned
Examiner: To Be Assigned

Box PATENT APPLICATION

Assistant Director for Patents
Washington, D.C. 20231

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EL195378734US
DATE OF DEPOSIT: MARCH 26, 2001

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the dated indicated above and is addressed to the BOX PATENT APPLICATION, Assistant Director for Patents, Washington, DC 20231.

Derrick Gordon

Name of Person Mailing Paper or Fee



Signature

MARCH 26, 2001

Date of Signature

CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2000-090310, filed March 29, 2000.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By:



James W. Williams
Registration No. 20,047
Attorney for Applicant

JWW/llb

SIDLEY & AUSTIN

717 North Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201-6507
(214) 981-3328 (Direct)
(214) 981-3300 (Main)
(214) 981-3400 (Facsimile)
March 26, 2001

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC997 U.S. PTO
09/017833
03/26/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月29日

出願番号

Application Number:

特願2000-090310

願人

Applicant (s):

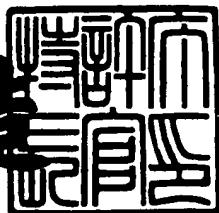
ミノルタ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 1月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3110032

【書類名】 特許願

【整理番号】 P26-0206

【提出日】 平成12年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 湯川 和彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805690

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルカメラ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルカメラであって、

所定ピッチで複数の画素が撮像面内に2次元配列され、被写体像を受光し、光電変換することで撮像画像を生成する撮像素子と、

被写界深度よりも大きくない間隔で前記被写体像の合焦点を移動させることの可能な撮像レンズと、

前記被写界深度よりも大きい間隔で前記撮像レンズを段階的に駆動させ、各駆動段階で前記撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求め、複数の駆動段階における複数の前記評価値に対して所定の補間処理を行うことで、合焦点を前記撮像面に一致させるための前記撮像レンズの合焦点位置を導出するとともに、前記合焦点位置に前記撮像レンズを駆動させる制御手段と、

を備えることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項2】 請求項1に記載のデジタルカメラにおいて、

前記補間処理は、急傾斜延長法によって前記評価値の最大位置を特定することで前記合焦点位置を導出する処理であることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、前記合焦点が前記撮像面の前側にあるときの前記評価値および前記合焦点が前記撮像面の後側にあるときの前記評価値に基づいて、前記補間処理を行うことで前記合焦点位置を導出することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項4】 デジタルカメラであって、

所定ピッチで複数の画素が撮像面内に2次元配列され、被写体像を受光し、光電変換することで撮像画像を生成する撮像素子と、

前記被写体像の合焦点を移動させることの可能である撮像レンズと、

開口径を可変させることの可能な絞りと、

前記合焦点が前記撮像面に一致する合焦点位置を検出するために、前記絞りを所定の開口径よりも絞った状態として、前記撮像レンズを駆動させ、各駆動位置で前記撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求めて、前記合焦点に

前記撮像レンズを駆動するための駆動方向を特定する制御手段と、
を備えることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項5】 請求項4に記載のデジタルカメラにおいて、
露出演算を行って前記絞りの適正值を求める露出演算手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記絞りを前記適正值によって定まる開口径よりも絞った状
態として、前記駆動方向を特定することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項6】 請求項4または請求項5に記載のデジタルカメラにおいて、
前記撮像素子で得られる撮像画像のゲインを調整するゲイン調整手段をさらに
備え、

前記ゲイン調整手段は、前記制御手段によって絞った状態とされる前記絞りの
開口径に応じて前記ゲインを上昇させることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項7】 請求項4または請求項5に記載のデジタルカメラにおいて、
前記制御手段は前記絞りを絞った状態とする際に、前記絞りの開口径に応じて
、前記撮像素子によって前記被写体像を撮像するときの電荷蓄積時間を長くする
ことを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項8】 請求項4に記載のデジタルカメラにおいて、
前記制御手段は、前記駆動方向に向かって前記撮像レンズを駆動させ、前記撮
像レンズが前記合焦位置近傍まで移動したときに、前記絞った状態の前記絞りの
開口径を大きくすることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項9】 請求項8に記載のデジタルカメラにおいて、
露出演算を行って前記絞りの適正值を求める露出演算手段をさらに備え、
前記制御手段は、前記撮像レンズが前記合焦位置近傍まで移動したときに、前
記絞りを前記適正值によって定まる開口径よりも開いた状態とすることを特徴と
するデジタルカメラ。

【請求項10】 請求項9に記載のデジタルカメラにおいて、
前記撮像素子で得られる撮像画像のゲインを調整するゲイン調整手段をさらに
備え、

前記ゲイン調整手段は、前記制御手段によって前記開いた状態とされる前記絞
りの開口径に応じて前記ゲインを低下させることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項11】 請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、前記絞りが前記所定の開口径である状態において前記駆動方向が特定できない場合に、前記絞りを前記所定の開口径よりも絞ることを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項12】 請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、撮影指示があったときに機能することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項13】 請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、電源がオン状態となったときに機能することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項14】 請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、撮影処理後に機能することを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項15】 撮影モードと再生モードとを切り替え可能な、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、

前記制御手段は、撮影モードへの切り替えが行われたときに機能することを特徴とするデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタルカメラに関し、特にデジタルカメラにおけるオートフォーカス技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、デジタルカメラにおいて使用されるCCD (Charge Coupled Device) 撮像素子は画素の高密度化が進み、1つのCCD撮像素子が数百万画素を有する

ものも出現しつつある。そして、CCD撮像素子における画素の高密度化が進むと、各画素間のピッチが小さくなることになる。

【0003】

このため、複数の画素が従来よりも高密度に配置されたCCD撮像素子を用いて、デジタルカメラを構成する場合、従来よりも許容錯乱円が小さくなるため、オートフォーカス（以下、単にAFとも呼ぶ。）の際の合焦位置検出精度は高く要求される。

【0004】

一方、従来より、ビデオカメラ等の撮影装置においては、いわゆるコントラスト方式と呼ばれる技術（または山登り方式とも呼ばれる。）がオートフォーカスを行うために適用されている。このコントラスト方式は、フォーカシングレンズを駆動させつつ各駆動段階で得られる撮像画像のコントラストを評価値として取得し、最も評価値の高いレンズ位置をもって合焦位置とする方式である。

【0005】

ところが、ビデオカメラ等の分野においては、動画像撮影を目的とするものであるため、使用されるCCD撮像素子の画素数が数十万画素程度であるため、許容錯乱円も大きく、オートフォーカスの際の高精度化は要求されるものではない。また、ビデオ撮影時にフォーカシング速度が速すぎると、カメラの動きや被写体の動きに応じて頻繁にフォーカス移動があるため目がついていけず違和感のある映像となる。このようにビデオカメラにおいて要求されるオートフォーカス時の特性は静止画像の場合と異なる。

【0006】

これに対して、静止画像を撮像するためのデジタルカメラにおいては、オートフォーカスを速やかに行って、シャッターチャンスを逃がさないようにすることが望まれる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、画素密度の高いCCD撮像素子を有するデジタルカメラにおいては、合焦位置を精度よく求める必要があるため、許容錯乱円に応じた被写界深

度に基づく微小ピッチでのレンズ駆動を繰り返して最も評価値の高いレンズ位置を検出することが必要となる。

【0008】

このため、高密度化されたCCD撮像素子を使用したデジタルカメラにおいて、従来のコントラスト方式のオートフォーカスを適用すると、レンズの駆動回数が多くなるため、合焦位置を求めるのに時間がかかり、シャッターチャンスを逃してしまうこととなる。

【0009】

特に、大幅にピントがぼけている場合には、合焦位置を求めるのに多大な時間がかかるため、シャッターチャンスを逃さないために効率的なオートフォーカスを行うことが必要となる。

【0010】

この発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、効率的に合焦位置を求めるこことできるデジタルカメラを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、デジタルカメラであって、所定ピッチで複数の画素が撮像面内に2次元配列され、被写体像を受光し、光電変換することで撮像画像を生成する撮像素子と、被写界深度よりも大きくなない間隔で前記被写体像の合焦面を移動させることの可能な撮像レンズと、前記被写界深度よりも大きい間隔で前記撮像レンズを段階的に駆動させ、各駆動段階で前記撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求め、複数の駆動段階における複数の前記評価値に対して所定の補間処理を行うことで、合焦面を前記撮像面に一致させるための前記撮像レンズの合焦位置を導出するとともに、前記合焦位置に前記撮像レンズを駆動させる制御手段とを備えている。

【0012】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のデジタルカメラにおいて、前記補間処理は、急傾斜延長法によって前記評価値の最大位置を特定することで前記合焦位置を導出する処理であることを特徴としている。

【0013】

請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、前記合焦点が前記撮像面の前側にあるときの前記評価値および前記合焦点が前記撮像面の後側にあるときの前記評価値に基づいて、前記補間処理を行うことで前記合焦点位置を導出することを特徴としている。

【0014】

請求項4に記載の発明は、デジタルカメラであって、所定ピッチで複数の画素が撮像面内に2次元配列され、被写体像を受光し、光電変換することで撮像画像を生成する撮像素子と、前記被写体像の合焦点を移動させることの可能である撮像レンズと、開口径を可変させることの可能な絞りと、前記合焦点が前記撮像面に一致する合焦点位置を検出するために、前記絞りを所定の開口径よりも絞った状態として、前記撮像レンズを駆動させ、各駆動位置で前記撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求めて、前記合焦点位置に前記撮像レンズを駆動するための駆動方向を特定する制御手段とを備えている。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載のデジタルカメラにおいて、露出演算を行って前記絞りの適正值を求める露出演算手段をさらに備え、前記制御手段は、前記絞りを前記適正值によって定まる開口径よりも絞った状態として、前記駆動方向を特定することを特徴としている。

【0016】

請求項6に記載の発明は、請求項4または請求項5に記載のデジタルカメラにおいて、前記撮像素子で得られる撮像画像のゲインを調整するゲイン調整手段をさらに備え、前記ゲイン調整手段は、前記制御手段によって絞った状態とされる前記絞りの開口径に応じて前記ゲインを上昇させることを特徴としている。

【0017】

請求項7に記載の発明は、請求項4または請求項5に記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は前記絞りを絞った状態とする際に、前記絞りの開口径に応じて、前記撮像素子によって前記被写体像を撮像するときの電荷蓄積時間を長くすることを特徴としている。

【0018】

請求項8に記載の発明は、請求項4に記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、前記駆動方向に向かって前記撮像レンズを駆動させ、前記撮像レンズが前記合焦位置近傍まで移動したときに、前記絞った状態の前記絞りの開口径を大きくすることを特徴としている。

【0019】

請求項9に記載の発明は、請求項8に記載のデジタルカメラにおいて、露出演算を行って前記絞りの適正值を求める露出演算手段をさらに備え、前記制御手段は、前記撮像レンズが前記合焦位置近傍まで移動したときに、前記絞りを前記適正值によって定まる開口径よりも開いた状態とすることを特徴としている。

【0020】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載のデジタルカメラにおいて、前記撮像素子で得られる撮像画像のゲインを調整するゲイン調整手段をさらに備え、前記ゲイン調整手段は、前記制御手段によって前記開いた状態とされる前記絞りの開口径に応じて前記ゲインを低下させることを特徴としている。

【0021】

請求項11に記載の発明は、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、前記絞りが前記所定の開口径である状態において前記駆動方向が特定できない場合に、前記絞りを前記所定の開口径よりも絞ることを特徴としている。

【0022】

請求項12に記載の発明は、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、撮影指示があったときに機能することを特徴としている。

【0023】

請求項13に記載の発明は、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、電源がオン状態となったときに機能することを特徴としている。

【0024】

請求項14に記載の発明は、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、撮影処理後に機能することを特徴としている。

【0025】

請求項15に記載の発明は、撮影モードと再生モードとを切り替え可能な、請求項4ないし請求項10のいずれかに記載のデジタルカメラにおいて、前記制御手段は、撮影モードへの切り替えが行われたときに機能することを特徴としている。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0027】

<1. デジタルカメラの構成>

図1ないし図4は、デジタルカメラ1の外観構成の一例を示す図であり、図1は正面図、図2は背面図、図3は側面図、図4は底面図である。

【0028】

デジタルカメラ1は、図1に示すように、箱型のカメラ本体部2と直方体状の撮像部3（図1、図2および図4に太線で図示）とから構成されている。

【0029】

撮像部3の前面側には、撮影レンズであるマクロ機能付きズームレンズ301が設けられるとともに、銀塩レンズシャッターカメラと同様に、被写体からのフラッシュ光の反射光を受光する調光センサ305及び光学ファインダ31が設けられる。

【0030】

カメラ本体部2の前面側には左端部にグリップ部4、そのグリップ部4の上部側に外部器機と赤外線通信を行うためのI R D A (Infrared Data Association) インタフェース236、および中央上部に内蔵フラッシュ5が設けられ、上面側にはシャッターボタン8が設けられている。

【0031】

一方、図2に示すように、カメラ本体部2の背面側には、略中央に撮像画像のモニタ表示（ビューファインダに相当）、記録画像の再生表示等を行うための液晶ディスプレイ（LCD：Liquid Crystal Display）10が設けられている。また、LCD10の下方に、デジタルカメラ1の操作を行うキースイッチ群221～226および電源スイッチ227が設けられる。電源スイッチ227の左側には、電源がオン状態で点灯するLED228およびメモリカードへのアクセス中である旨を表示するLED229が配置される。

【0032】

さらに、カメラ本体部2の背面側には、「撮影モード」及び「再生モード」の間でモードを切り替えるモード設定スイッチ14が設けられる。撮影モードは写真撮影を行って被写体に関する撮像画像を生成するモードであり、再生モードはメモリカードに記録された撮像画像を読み出してLCD10に再生表示するモードである。

【0033】

モード設定スイッチ14は2接点のスライドスイッチであり、下方位置にスライドセットすると撮影モードが機能し、上方位置にスライドセットすると再生モードが機能するように構成される。

【0034】

また、カメラ背面右側には、4連スイッチ230が設けられ、撮影モードにおいてはボタン231、232を押すことによりズーミング倍率の変更が行われ、ボタン233、234を押すことによって露出補正が行われる。

【0035】

撮像部3の背面には、図2に示すように、LCD10をオン／オフさせるためのLCDボタン321およびマクロボタン322が設けられる。LCDボタン321が押されるとLCD表示のオン／オフが切り替わる。例えば、専ら光学ファインダ31のみを用いて撮影するときには、節電の目的でLCD表示をオフにする。マクロ撮影（接写）時には、マクロボタン322を押すことにより、撮像部3においてマクロ撮影が可能な状態になる。

【0036】

カメラ本体部2の側面には、図3に示すように端子部235が設けられており、端子部235にはDC入力端子235aと、LCD10に表示されている内容を外部のビデオモニタに出力するためのビデオ出力端子235bとが設けられている。

【0037】

カメラ本体部2の底面には、図4に示すように、電池装填室18とカードスロット（カード装填室）17とが設けられる。カードスロット17は、撮像画像等を記録するための着脱自在なメモリカード91等を装填するためのものである。カードスロット17及び電池装填室18は、クラムシェルタイプの蓋15により開閉自在になっている。なお、このデジタルカメラ1では、4本の単三形乾電池を電池装填室18に装填することにより、これらを直列接続してなる電源電池を駆動源としている。また、図3に示すDC入力端子235aにアダプタを装着することで外部から電力を供給して使用することも可能である。

【0038】

＜2. デジタルカメラの内部構成＞

次に、デジタルカメラ1における内部構成について説明する。図5は、デジタルカメラ1の機能的構成を示すブロック図である。また、図6は撮像部3における各部の配置を示す概略図である。

【0039】

撮像部3におけるズームレンズ301の後方位置の適所にはCCD撮像素子303を備えた撮像回路が設けられている。また、撮像部3の内部には、上記ズームレンズ301のズーム比の変更と収容位置、撮像位置間のレンズ移動を行うためのズームモータM1、自動的に合焦を行うためのオートフォーカスモータ（AFモータ）M2、ズームレンズ301内に設けられた絞り302の開口径を調整するための絞りモータM3とが設けられている。これらズームモータM1、AFモータM2、絞りモータM3は、カメラ本体部2に設けられたズームモータ駆動回路215、AFモータ駆動回路214、絞りモータ駆動回路216によってそれぞれ駆動される。また、各駆動回路214～216はカメラ本体部2の全体制御部211から与えられる制御信号に基づいて各モータM1～M3を駆動する。

【0040】

CCD撮像素子303は、ズームレンズ301によって結像された被写体の光像を、R（赤）、G（緑）、B（青）の色成分の画像信号（各画素で受光された画素信号の信号列からなる信号）に光電変換して出力する。

【0041】

撮像部3における露出制御は、絞り302の調整と、CCD撮像素子303の露光量、すなわちシャッタースピードに相当するCCD撮像素子303の電荷蓄積時間を調整して行われる。被写体コントラストが低コントラスト時に適切な絞り及びシャッタースピードが設定できない場合には、CCD303から出力される画像信号のレベル調整を行うことにより露光不足による不適正露出が補正される。すなわち、低コントラスト時は、絞りとシャッタースピードとゲイン調整とを組み合わせて露出レベルが適正レベルとなるように制御が行われる。なお、画像信号のレベル調整は、信号処理回路313内のAGC（Auto Gain Control）回路313bのゲイン調整において行われる。

【0042】

タイミングジェネレータ314は、カメラ本体部2のタイミング制御回路202から送信される基準クロックに基づきCCD撮像素子303の駆動制御信号を生成するものである。タイミングジェネレータ314は、例えば、積分開始／終了（露出開始／終了）のタイミング信号、各画素の受光信号の読出制御信号（水平同期信号、垂直同期信号、転送信号等）等のクロック信号を生成し、CCD撮像素子303に出力する。

【0043】

信号処理回路313は、CCD撮像素子303から出力される画像信号（アナログ信号）に所定のアナログ信号処理を施すものである。信号処理回路313は、CDS（相関二重サンプリング）回路313aとAGC回路313bとを有し、CDS回路313aにより画像信号のノイズの低減を行い、AGC回路313bでゲインを調整することにより画像信号のレベル調整を行う。

【0044】

調光回路304は、フラッシュ撮影における内蔵フラッシュ5の発光量を全体

制御部211により設定された所定の発光量に制御するものである。フラッシュ撮影時には、露出開始と同時に被写体からのフラッシュ光の反射光が調光センサ305により受光され、この受光量が所定の発光量に達すると、調光回路304から発光停止信号が出力される。発光停止信号はカメラ本体部2に設けられた全体制御部を介してフラッシュ制御回路217に導かれ、フラッシュ制御回路217はこの発光停止信号に応答して内蔵フラッシュ5の発光を強制的に停止し、これにより内蔵フラッシュ5の発光量が所定の発光量に制御される。

【0045】

次に、カメラ本体部2の内部ブロックについて説明する。

【0046】

カメラ本体部2内において、A/D変換器205は、画像信号の各画素信号を例えば10ビットのデジタル信号に変換するものである。A/D変換器205は、タイミング制御回路202から入力されるA/D変換用のクロックに基づいて各画素信号（アナログ信号）を10ビット等のデジタル信号に変換する。

【0047】

タイミング制御回路202は、基準クロック、タイミングジェネレータ314、A/D変換器205に対するクロックを生成するように構成されている。このタイミング制御回路202は、CPU (Central Processing Unit) で構成される全体制御部211によって制御される。

【0048】

黒レベル補正回路206は、A/D変換された撮像画像の黒レベルを所定の基準レベルに補正するものである。また、WB（ホワイトバランス）回路207は、 γ 補正後にホワイトバランスも併せて調整されるように、R、G、Bの各色成分の画素データのレベル変換を行うものである。WB回路207は、全体制御部211から入力されるレベル変換テーブルを用いてR、G、Bの各色成分の画素データのレベルを変換する。なお、レベル変換テーブルの各色成分の変換係数（特性の傾き）は全体制御部211により撮像画像ごとに設定される。

【0049】

γ 補正回路208は、撮像画像の γ 特性を補正するものである。画像メモリ2

09は、γ補正回路208から出力される撮像画像データを記憶するメモリである。画像メモリ209は、1フレーム分の記憶容量を有している。すなわち、画像メモリ209は、CCD撮像素子303がn行m列の画素を有している場合、 $n \times m$ 画素分の画素データの記憶容量を有し、各画素データが対応する画素位置に記憶されるようになっている。

【0050】

VRAM(ビデオRAM)210は、LCD10に再生表示される撮像画像のバッファメモリである。VRAM210は、LCD10の画素数に対応した画像データを格納することが可能な記憶容量を有している。

【0051】

撮影モードにおける撮影待機状態では、LCDボタン321によってLCD表示がオン状態となっているときに、LCD10にライブビュー表示が行われる。具体的には、撮像部3から所定間隔ごとに得られる各撮像画像に対して、A/D変換器205～γ補正回路208において各種の信号処理を施した後、全体制御部211が画像メモリ209に格納される撮像画像を取得し、それをVRAM210に転送することで、LCD10に撮像画像を表示する。そしてLCD10に表示される撮像画像を所定時間ごとに更新することで、ライブビュー表示が行われるのである。このライブビュー表示により、撮影者はLCD10に表示された画像により被写体像を観認することができる。なお、LCD10において画像を表示する際には、全体制御部211の制御によりバックライト16が点灯する。

【0052】

また、再生モードにおいては、メモリカード91から読み出された画像が全体制御部211で所定の信号処理が施された後、VRAM210に転送され、LCD10に再生表示される。

【0053】

カードインターフェース212は、メモリカード91への撮像画像の書き込み及び読み出しを行うためのインターフェースである。

【0054】

フラッシュ制御回路217は、内蔵フラッシュ5の発光を制御する回路であり

、全体制御部211からの制御信号に基づいて内蔵フラッシュ5を発光させる一方、既述の発光停止信号に基づいて内蔵フラッシュ5の発光を停止させる。

【0055】

RTC（リアルタイムクロック）回路219は、撮影日時を管理するための時計回路である。

【0056】

操作部250は、上述した、各種スイッチ、ボタンを包括するものであり、ユーザによって操作入力される情報は、操作部250を介して全体制御部211に伝達される。

【0057】

シャッタボタン8は、銀塩カメラで採用されているような半押し状態と全押し状態とが検出可能な2段階スイッチになっている。

【0058】

全体制御部211は、上述した撮像部3内及びカメラ本体部2内の各部材の駆動を有機的に制御してデジタルカメラ1の撮影動作を総括に制御する制御手段として機能する。

【0059】

また、全体制御部211は、自動焦点合わせを効率的に行うための動作制御を行うAF（オートフォーカス）制御部211aと、自動露出を行うためのAE（オートエクスposure）演算部211bとを備えている。

【0060】

AF制御部211aは黒レベル補正回路206から出力される撮像画像を入力し、オートフォーカスに用いるための評価値を求め、この評価値を評価して各部を制御することで、ズームレンズ301の合焦位置をCCD撮像素子303の撮像面に一致させるように構成される。

【0061】

また、AE演算部211bも黒レベル補正回路206から出力される撮像画像を入力し、所定のプログラムに基づいて、シャッタースピード（SS）と絞り302との適正値を演算する。AE演算部211bは、被写体のコントラストに基づ

いて、シャッタースピード（S S）と絞り302との適正値を所定のプログラムに従って演算する。

【0062】

さらに全体制御部211は、撮影モードにおいて、シャッタボタン8により撮影が指示されると、撮影指示後に画像メモリ209に取り込まれた画像のサムネイル画像と操作部250に含まれるスイッチから設定入力された圧縮率によりJ P E G方式で圧縮された圧縮画像とを生成し、撮像画像に関するタグ情報（コマ番号、露出値、シャッタースピード、圧縮率、撮影日、撮影時のフラッシュのオンオフのデータ、シーン情報、画像の判定結果等の情報）とともに両画像をメモリカード91に記憶する。

【0063】

撮影モード及び再生モードを切り替えるためのモード設定スイッチ14を再生モードに設定したときには、例えばメモリカード91内のコマ番号の最も大きな画像データが読み出され、全体制御部211にてデータ伸張され、その撮像画像がV R A M 210に転送されることにより、L C D 10にはコマ番号の最も大きな画像、すなわち最後に撮影された撮像画像が表示される。

【0064】

また、全体制御部211は、I R D Aインターフェース236を介してコンピュータや他のデジタルカメラといった外部器機500と赤外線無線通信を行うよう構成され、撮像画像の無線転送等を行うことが可能となっている。

【0065】

以上のように構成されたデジタルカメラ1において、オートフォーカスを行う際には、A F制御部211aが黒レベル補正回路206から得られる撮像画像の所定領域に含まれる画像成分を抽出し、その画像成分からオートフォーカス用の評価値を求める。

【0066】

図7は撮像画像の一例を示す図である。また、図8はオートフォーカス領域を示す図である。

【0067】

図7に示すように、黒レベル補正回路206から撮像画像400が得られると、撮像画像400のほぼ中央にオートフォーカス領域410が設定される。このオートフォーカス領域410は図8に示すようになっており、水平方向にi個、垂直方向にj個の画素を有している。

【0068】

したがって、AF制御部211aは黒レベル補正回路206から撮像画像400を取得すると、オートフォーカス領域410に含まれるi×j個の画素で構成される画像成分を抽出する。

【0069】

そして、AF制御部211aはオートフォーカス領域410に含まれる各画素の値に基づいて、オートフォーカス用の評価値を求める。具体的には、各画素のデータをDとすると、評価値Cは、

【0070】

【数1】

$$C = \sum_{x=1}^{i-1} \sum_{y=1}^j |D_{x,y} - D_{x+1,y}|$$

【0071】

によって求められる。数1は、オートフォーカス領域410の水平方向についての隣接画素間でのデータの差分を積算したものであり、評価値Cは抽出された画像成分の水平方向についてのコントラストに相当する。なお、数1では、水平方向についてのコントラストを抽出する場合の計算式について示しているが、垂直方向についてのコントラストを求めてよく、また、水平方向と垂直方向との双方を考慮して2次元空間におけるコントラストを求めるようにしてもよい。そして、このようにして求められるコントラストを評価値としてAF制御部211aは、オートフォーカスのための制御動作を行う。

【0072】

一般に、撮像レンズが合焦位置にあるときには、CCD撮像素子303において得られる撮像画像の鮮明度は高くなり、コントラストは高くなる。逆に、撮像レンズが合焦位置にないときには、撮像画像はぼけた画像となって鮮明度は低く

なるため、コントラストは低くなる。したがって、コントラストを評価値として A F 制御部 211a がオートフォーカス制御を行う際には、ズームレンズ 301 を駆動しつつ評価値の最大値を求めるようにし、その最大値を示すレンズ位置を合焦位置とすることができます。

【0073】

また、ズームレンズ 301 を駆動してオートフォーカスを行うためには、被写界深度以下でズームレンズ 301 内に含まれるフォーカシングレンズを駆動することが必要となる。

【0074】

図9は、オートフォーカスの概念を示す図である。図9に示すようにズームレンズ 301 に含まれる絞り 302 の開口径を d とし、ズームレンズ 301 の焦点距離を f とすると、被写体像は図8に示す位置 Z_1 に結像される。ここで、デジタルカメラ1の場合、CCD撮像素子 303 の画素間のピッチ（間隔）が許容錯乱円 δ に相当すると考えられるため、位置 Z_1 に受光面が位置すればズームレンズ 301 が合焦位置に位置することとなる。ところが、許容錯乱円 δ は一定の大きさを有するものであるため、受光面が位置 Z_2 に位置する場合であっても1画素内に被写体像が結像される。このため、受光面は位置 $Z_1 \sim Z_2$ の範囲のいずれの位置にあっても合焦位置となる。したがって、位置 $Z_1 \sim Z_2$ の距離 p が被写界深度となり、ズームレンズ 301 のFナンバが $F = f / d$ で表されることを考えると、 $p = F \delta$ となる。

【0075】

つまり、ズームレンズ 301 を駆動してオートフォーカスを行って、合焦位置を高精度に求めるためには、合焦面の移動量が被写界深度 p と同等若しくは小さくなるような駆動量でフォーカシングレンズを駆動することが必要となる。そこで、この実施形態におけるズームレンズ 301 は、A F モータ M2 によって合焦面の移動量が被写界深度 $p = F \delta$ と等しくなる微小ピッチ P でフォーカシングレンズを駆動させることができるように構成される。

【0076】

ところが、CCD撮像素子 303 の撮像面に複数画素が高密度で配置されてい

る場合には δ の値が小さくなるため、微小ピッチPでフォーカシングレンズを駆動させると、駆動回数が多くなり、合焦位置まで移動させるのに時間要することから、この実施形態では以下に説明するような動作制御を行うことで、効率よくオートフォーカスを行うように構成される。

【0077】

＜3. オートフォーカス制御＞

＜3-1. 第1のオートフォーカス制御＞

まず、第1のオートフォーカス制御について説明する。

【0078】

図10は、第1のオートフォーカス制御の駆動形態を示す図である。図10に示すように、まず、合焦を行う際には、無限位置に相当するレンズ位置POS1にレンズを駆動する。そして、レンズ位置POS1にてAF制御部211aは撮像画像からオートフォーカス領域410に含まれる画像成分の評価値C1を数1等の演算を行うことによって導く。

【0079】

次に、AF制御部211aはAFモータ駆動回路214に対して所定の制御信号を送出することにより、AFモータM2を駆動させ、ズームレンズ301におけるフォーカシングレンズのレンズ位置を移動させる。このとき、レンズ位置を移動させる際の駆動量PTは、合焦面が被写回深度 $p = F\delta$ よりも大きい幅で移動するように設定される。ここでは一例として、駆動量PTは、合焦面が被写界深度 $p = F\delta$ よりも大きい $4F\delta$ で移動するように微小ピッチPの4倍、すなわち $PT = 4P$ に設定される場合について説明する。レンズの駆動量と合焦面の移動量とが等しい場合には、 $PT = 4F\delta$ となる。ただし、駆動量PTは4Pであることに限定されるものではない。

【0080】

そして、AF制御部211aはレンズ位置をPOS2に移動させると、その位置で得られる撮像画像から再び評価値C2を求める。このとき $C2 > C1$ ならば、レンズ駆動に伴って評価値が上昇しているため、レンズの駆動方向に合焦位置があることを認識することができる。

【0081】

また、評価値の変化量 $\Delta C = |C_2 - C_1|$ が、所定値よりも大きい場合には、レンズ位置は合焦位置から大幅に離れていることを認識することができる。なぜなら、図10に示すように合焦位置は評価値が最大となるレンズ位置であり、合焦位置付近では評価値曲線の変化量が小さくなるからである。

【0082】

そして、以下同様に、AF制御部211aは、レンズ位置をPOS3, POS4, …というように駆動量PT=4Pで駆動させ、各レンズ位置にて得られる撮像画像から評価値C3, C4, …を順次求めていく。

【0083】

そして、各レンズ位置にて得られる評価値を前回のレンズ位置にて得られた評価値と比較して、前回得られた評価値よりも今回の評価値の方が大きく、かつ、評価値の変化量が所定値以下となったときに、レンズ位置が合焦位置近傍に位置することが認識できるので、レンズの駆動量PTを微小ピッチPに設定し、高精度に合焦位置を求めていく。

【0084】

図10の例では、レンズ位置POS5で得られた評価値の変化量が所定値以下になっており、以後のレンズ駆動は駆動量PT=Pとして設定されている。そして、レンズ位置をPOS6, POS7, POS8, …というように駆動量PT=Pで駆動させ、各レンズ位置にて得られる評価値C6, C7, C8, …を順次求めていく。

【0085】

そして、現在のレンズ位置にて得られた評価値が前回の評価値よりも小さくなったときに、評価値が最大値を示すレンズ位置を越えたものと判断することができる。しかしながら、現在のレンズ位置にて得られた評価値が前回の評価値よりも小さくなつたとしても、ノイズ等の影響によって偶然小さくなることも考えられる。

【0086】

そこで、この実施形態では、図10に示すように評価値の最大値を示すレンズ

位置POS8を越えて2回のレンズ駆動を行うように構成されている。つまり、レンズ位置POS9にて初めて評価値が前回値を下回ったとしても、ノイズの影響による可能性があるものとし、さらにレンズ駆動を行ってレンズ位置POS10にて得られる評価値も前回値を下回ったときには、2回連続して評価値が下降傾向にあることからノイズの影響は少ないものと判断して、評価値の最大値を示したレンズ位置POS8を合焦位置として決定する。そして、その後、レンズ位置POS8にフォーカシングレンズを移動させて、高精度なオートフォーカスを行うことができる。

【0087】

このように図10に示すようなオートフォーカス制御では、合焦位置よりも大幅に離れたレンズ位置においてはレンズ駆動を大きくしているので効率的にレンズ駆動を行うことができる。また、レンズ位置が合焦位置近傍に近づくとレンズ駆動を微小ピッチPに設定するため、高精度に合焦位置を検出することができる。

【0088】

＜3-2. 第2のオートフォーカス制御＞

次に、第2のオートフォーカス制御について説明する。

【0089】

上記第1のオートフォーカス制御では、合焦位置近傍においてレンズ駆動量を微小ピッチPに設定して繰り返しレンズ駆動を行う必要があるため、従来ほどではないが、合焦位置近傍においては合焦に要する時間が長くなる。

【0090】

また、上記第1のオートフォーカス制御のように合焦位置近傍においてレンズ駆動量を微小ピッチPに設定して繰り返してレンズ駆動を行ったとしても、撮像画像におけるオートフォーカス領域内に太い線が写っている場合等のように、被写体像の空間周波数が低い場合には、合焦位置近傍においても評価値変化の小さい部分が広く分布することとなり、正確な合焦位置を求めることが困難である。図11は、この場合の合焦位置近傍における評価値変化を示す図である。図11に示すように、合焦位置近傍において評価値変化が小さい場合には、ノイズの影響

を受けやすく、微小ピッチPでレンズ駆動を行ったとしても正確な合焦位置を求めるることは困難となる。

【0091】

そこで、第2のオートフォーカス制御では、レンズ位置を移動させる際の駆動量P Tは、常に合焦面が被写回深度 $p = F \delta$ よりも大きい幅で移動するように設定される。そして、合焦位置近傍でもレンズの駆動量P Tが大きいことに起因する合焦位置の精度低下を回避するために、第2のオートフォーカス制御では、駆動量P Tごとに得られた評価値に対して補間処理を施すことで、合焦位置を高精度に求めることが可能となる。

【0092】

以下、具体的に、第2のオートフォーカス制御について説明する。なお、ここでも一例として、駆動量P Tは、常に合焦面が被写界深度 $p = F \delta$ よりも大きい $4 F \delta$ で移動するように微小ピッチPの4倍、すなわち $P T = 4 P$ に設定される場合について説明する。

【0093】

図12は、第2のオートフォーカス制御の駆動形態を示す図である。図12に示すように、まず、合焦を行う際には、無限位置に相当するレンズ位置POS1にレンズを駆動する。そして、レンズ位置POS1にてAF制御部211aは撮像画像からオートフォーカス領域410に含まれる画像成分の評価値C1を数1等の演算を行うことによって導く。

【0094】

次に、AF制御部211aはAFモータ駆動回路214に対して所定の制御信号を送出することにより、AFモータM2を駆動させ、ズームレンズ301におけるフォーカシングレンズのレンズ位置を駆動量4Pだけ移動させる。

【0095】

そして、AF制御部211aはレンズ位置をPOS2に移動させると、その位置で得られる撮像画像から再び評価値C2を求める。このとき $C2 > C1$ ならば、レンズ駆動に伴って評価値が上昇しているため、レンズの駆動方向に合焦位置があることを認識することができる。

【0096】

そして、以下同様に、AF制御部211aは、レンズ位置をPOS3, POS4, …というように駆動量PT=4Pで駆動させ、各レンズ位置にて得られる撮像画像から評価値C3, C4, …を順次求めていく。

【0097】

図13は、第2のオートフォーカス制御における第1の補間処理を示す図である。AF制御部211aは、上記のように駆動量PT=4Pでのレンズ駆動を繰り返し、各レンズ位置にて得られる評価値の最大値を求める。図13の場合は、レンズ位置POS4の位置における評価値C4が最大値を示す。

【0098】

そして、AF制御部211aは最大の評価値を100%としたときの80%の値を求め80%の値を示す評価値のレンズ位置を山登り前と山登り後との2カ所について特定する。ところが、レンズ駆動における駆動量PTは4Pとして粗く設定しているため、評価値の最大値の80%を示す評価値は実際には求められない場合が多い。

【0099】

そこで、AF制御部211aは評価値曲線の山登り前と山登り後との双方について、80%の値を挟む2つの連続した評価値を特定する。図13の場合は、評価値C1, C2が山登り前の2つの連続した評価値として特定され、評価値C5, C6が山登り後の2つの連続した評価値として特定される。

【0100】

そしてAF制御部211aは、直線補間ににより80%を示す評価値のレンズ位置を特定する。具体的には、レンズ位置POS1における評価値C1とレンズ位置POS2における評価値C2とを直線で結び、その直線と80%のレベルとが交差するレンズ位置H1を特定する。また同様に、レンズ位置POS5における評価値C5とレンズ位置POS6における評価値C6とを直線で結び、その直線と80%のレベルとが交差するレンズ位置H2を特定する。

【0101】

そしてAF制御部211aは、レンズ位置H1とレンズ位置H2との中点H3

を求める、この中点H3のレンズ位置を合焦位置として決定する。そしてその後、中点H3のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させれば、高精度なオートフォーカスを行うことができる。なお、中点H3のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させる際には、駆動量PTは中点H3のレンズ位置に導くための適当な値に設定される。

【0102】

このように評価値を取得する際には、粗い駆動量で段階的にレンズ駆動を行い、各段階ごとに得られる評価値に基づいて補間処理により合焦位置を求めるようすれば、合焦位置付近において微小ピッチでレンズ駆動を行う必要がないとともに、合焦位置付近において評価値変化が小さい場合であってもノイズによる影響を軽減することができるので、高速かつ高精度に合焦位置を求めることが可能になるのである。また、この補間処理は、演算処理に要する時間が短いことも特徴の一つであり、効率的に合焦位置を求めるために有効なものとなる。

【0103】

次に、他の補間処理について説明する。図14は、第2のオートフォーカス制御における第2の補間処理を示す図である。AF制御部211aは、上記のように駆動量PT=4Pでのレンズ駆動を繰り返し、各レンズ位置にて得られる評価値から、評価値の最大値、2番目に大きい値を示す評価値、及び3番目に大きい値を示す評価値を求める。図14の場合は、レンズ位置POS4における評価値C4が最大値を示し、レンズ位置POS3における評価値C3が2番目に大きい値を示し、さらにレンズ位置POS5における評価値C5が3番目に大きい値を示しているため、AF制御部211aはこれらの評価値C4、C3、C5を特定することとなる。

【0104】

そして、AF制御部211aはこれらの評価値C4、C3、C5及び各レンズ位置POS4、POS3、POS5に対して急傾斜延長法に基づく補間処理を行って合焦位置を特定する。具体的には、上記3点のうちから2点を直線で結んだときにその傾斜が最も急傾斜となる2点を選び、その2点を結ぶ急傾斜直線を延長する。また、他の1点に対して急傾斜直線と傾きの大きさが同じで逆の傾き（

符号のみが異なる傾き）を有する直線を設定する。そして、これら2直線の交点を合焦位置として特定するのである。

【0105】

図14の場合には、レンズ位置POS4の評価値C4とレンズ位置POS5の評価値C5とを通る直線L1が急傾斜直線として設定され、レンズ位置POS3を通る直線L2が急傾斜直線L1と逆の傾き有する直線として設定され、これらの直線L1, L2を延長したときの交点H4のレンズ位置が合焦位置として特定される。

【0106】

そしてその後、交点H4のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させれば、高精度なオートフォーカスを行うことができる。なお、交点H4のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させる際には、駆動量PTは交点H4のレンズ位置に導くための適当な値に設定される。

【0107】

ここに説明した急傾斜延長法に基づく補間方法は、演算に要する時間が短いため、効率的に合焦位置を求めるためは有効であるが、最大値を示す評価値を用いて補間処理を行うため、補間精度が低くなることも考えられる。つまり、評価値の最大値付近では、ノイズの影響によって評価値が比較的大きく変化するため、そのようなノイズの影響によって補間精度が低くなることも考えられるのである。そして、補間精度が低くなる場合には合焦精度も低下することになる。このため、合焦精度をより高くすることが必要な場合には、急傾斜延長法で求められた合焦位置（交点H4）の付近を微小ステップPでレンズ駆動して通常のコントラスト方式のように評価値が最大値を示すレンズ位置をさらに探索するようにしてもよい。ただし、この場合には、微小ピッチPでのレンズ駆動を複数回行うことが必要であるため、従来ほどではないが、合焦のために要する時間が長くなることになる。

【0108】

また、さらに他の補間処理について説明する。図15は、第2のオートフォーカス制御における第3の補間処理を示す図である。AF制御部211aは、上記

のように駆動量 $P_T = 4 P$ でのレンズ駆動を繰り返し、各レンズ位置にて得られる評価値から、評価値の最大値を除いた大きい値の評価値を 3 つ、すなわち 2 番目に大きい値を示す評価値、3 番目に大きい値を示す評価値、及び 4 番目に大きい値を示す評価値を求める。図 15 の場合は、レンズ位置 P_{OS3} における評価値 C_3 が 2 番目に大きい値を示し、レンズ位置 P_{OS5} における評価値 C_5 が 3 番目に大きい値を示し、さらにレンズ位置 P_{OS2} における評価値 C_2 が 4 番目に大きい値を示しているため、AF 制御部 211a はこれらの評価値 C_3 , C_5 , C_2 を特定することとなる。

【0109】

そして、AF 制御部 211a はこれらの評価値 C_3 , C_5 , C_2 及び各レンズ位置 P_{OS3} , P_{OS5} , P_{OS2} に対して上記と同様の急傾斜延長法に基づく補間処理を行って合焦位置を特定する。つまり、図 14 の場合には、レンズ位置 P_{OS3} の評価値 C_3 とレンズ位置 P_{OS2} の評価値 C_2 とを通る直線 L_1 が急傾斜直線として設定され、レンズ位置 P_{OS5} を通る直線 L_2 が急傾斜直線 L_1 と逆の傾き有する直線として設定され、これらの直線 L_1 , L_2 を延長したときの交点 H_5 のレンズ位置が合焦位置として特定される。

【0110】

そしてその後、交点 H_5 のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させれば、高精度なオートフォーカスを行うことができる。なお、交点 H_5 のレンズ位置にフォーカシングレンズを移動させる際には、駆動量 P_T は交点 H_5 のレンズ位置に導くための適当な値に設定される。

【0111】

ここに説明した急傾斜延長法に基づく補間方法では、最大値を示す評価値を用いて補間処理を行う場合に比べて補間精度が低下する傾向にある。しかしながら、ノイズの影響を受けやすい評価値の最大値を除いて急傾斜延長法による補間処理を行うため、ノイズ成分が大きい場合には、補間精度も高くなり、有効な方法である。

【0112】

以上説明したように、第 2 のオートフォーカス制御では、評価値を取得する際

に粗い駆動量で段階的にレンズ駆動を行い、各段階ごとに得られる評価値に基づいて補間処理を行うことで合焦位置を求め、その合焦位置にフォーカシングレンズを移動させるように制御動作が行われるため、合焦位置付近において微小ピッチでレンズ駆動を行う必要がない。また、演算処理を効率的に行うことができるるので、高速かつ高精度に合焦位置を求めることが可能になるのである。

【0113】

なお、この第2のオートフォーカス制御は、既述の第1のオートフォーカス制御と併用するように構成されてもよい。

【0114】

<3-3. 第3のオートフォーカス制御>

次に、第3のオートフォーカス制御について説明する。

【0115】

上記第1及び第2のオートフォーカス制御では、レンズ駆動によって評価値の値が変化し、レンズ位置を駆動する際に評価値の山登り方向がどの方向にあるかを判定できる場合には有効な方法である。

【0116】

しかしながら、レンズ位置が合焦位置から非常に遠い位置にある場合等には、撮像画像は大幅にぼけた画像となり、コントラストである評価値も小さな値となり、かつ、レンズ位置を駆動量PTを大きな値（例えば4P）としても移動前後で得られる評価値の変化は極めて小さいものとなる。

【0117】

このため、上記第1及び第2のオートフォーカス制御を行ったとしても、山登り方向とは逆方向に複数回駆動した後に駆動方向とは逆方向に合焦位置があることが認識される場合もあり、効率的なオートフォーカスを行うことが困難になる。

【0118】

そこで、第3のオートフォーカス制御では、得られる評価値が小さく、かつ、レンズ駆動を行っても評価値変化が小さい場合であっても、有効に合焦位置のあるレンズ駆動方向を特定することができる制御形態について説明する。

【0119】

A F制御部211aは、レンズ駆動の前後における評価値を導出し、それらの評価値から合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定することができない場合には、絞りモータ駆動回路216に対して所定の制御信号を送出し、ズームレンズ301に含まれる絞り302の開口径を小さくする。例えば、ズームレンズ301のFナンバが2.8であったならば、A F制御部211aはFナンバを5.6に変更すべく制御信号を送出する。

【0120】

これにより、被写界深度p($=F\delta$)は深くなるため、評価値変化を大きくすることができる。

【0121】

図16は、絞りを制御する前後における評価値変化曲線を示す図である。図16において、破線で示す変化曲線は絞り302を絞る前(例えば $F=2.8$)の評価値変化曲線T1を示しており、実線で示す変化曲線は絞り302を絞った状態(例えば $F=5.6$)としたときの評価値変化曲線T2を示している。

【0122】

図16に示すように、評価値変化曲線T1においてレンズ位置POS1～POS4といった低コントラスト側で評価値変化を良好に検出しきれない場合であっても、絞り302を絞ることによって被写界深度pを深くすることで、評価値変化曲線T2に示すように評価値変化に傾斜が生じることとなり、良好に評価値変化を検出することが可能になる。

【0123】

そして、この結果、いずれのレンズ駆動方向に合焦位置があるかを容易に認識することができ、効率的にレンズ駆動方向を特定することができる。

【0124】

ところが、絞り302を絞った状態では、被写界深度pが深いことに伴い、合焦位置近傍での評価値変化は小さくなる。このため、合焦位置近傍までレンズ駆動を行った後には、A F制御部211aは絞り302を開放側に開くように所定の制御信号を絞りモータ駆動回路216に送出し、被写界深度pを浅くするよう

に制御する。この結果、合焦位置近傍では評価値変化が大きくなり、微小なレンズ駆動で大きな評価値変化を得ることができ、高精度に合焦位置を求めることが可能になる。

【0125】

このように、第3のオートフォーカス制御では、合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定するために絞り302を絞るように制御動作が行われるので、被写界深度を深くすることができ、それによって評価値変化の小さいレンズ位置においても比較的大きな評価値変化を実現することができる。したがって、このような制御を行うことにより、効率的に合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定することができ、オートフォーカスを高速に行なうことが可能になるのである。

【0126】

ただし、第3のオートフォーカス制御では、絞り302を例えば適正値よりも絞った状態とするため、CCD撮像素子303によって得られる撮像画像の露出値が低下する。このため、撮像画像の明るさが低下し、オートフォーカスを適切に行なうことが困難となることも想定される。したがって、そのような場合には、露出値を適正レベルに維持すべく、絞り302の絞り量に応じてAGC回路313bで設定されるゲイン値を上昇させたり、又は、CCD撮像素子303のシャッタースピードに相当する電荷蓄積時間を長くすることで露出値の低下を防止することができ、かつ、被写界深度pを深くすることによる合焦位置方向の効率的な検出が可能となる。

【0127】

なお、この第3のオートフォーカス制御は、上記第1および第2のオートフォーカス制御と併用するように構成されてもよい。

【0128】

<4. オートフォーカス制御の処理シーケンス>

次に、デジタルカメラ1において実際にオートフォーカスを行う際の処理シーケンスについて説明する。図17ないし図19は、デジタルカメラ1において撮影時にオートフォーカスを行う処理シーケンスを示すフローチャートである。

【0129】

まず、全体制御部211は、操作部250に含まれるシャッタボタン8がユーザによる操作によって半押し状態とされたか否かを判断する（ステップS1012）。そして、シャッタボタン8が半押し状態とされたときに、オートフォーカス制御を行うべく、ステップS102に進む。

【0130】

そして全体制御部211においてAE演算部211bが機能し、黒レベル補正回路206から得られる撮像画像に基づいてAE演算を行い、適正露出となる絞り値及びシャッタスピードを決定し（ステップS102）、絞り302を演算結果に基づいて駆動し、絞り302を演算に基づく絞り値に設定する（ステップS103）。なお、このとき、CCD撮像素子303の電荷蓄積時間も演算結果に基づいて設定される。

【0131】

そしてAF制御部211aが機能し、ズームレンズ301の駆動前における得られる撮像画像に基づいてオートフォーカス用の評価値を演算により求める（ステップS104）。そしてAF制御部211aはズームレンズ301のレンズ駆動を行った後（ステップS105）、再び撮像画像を取得して評価値を求める（ステップS106）。

【0132】

そしてAF制御部211aは、レンズ駆動の前後における評価値を比較し、評価値変化が基準値よりも小さいか否かを判断する（ステップS107）。ここで、評価値変化が基準値よりも小さい場合とは、ズームレンズ301を合焦位置方向へ駆動するための駆動方向が特定できない場合であり、逆に、評価値変化が基準値よりも大きい場合とは、ズームレンズ301を合焦位置方向へ駆動するための駆動方向が評価値変化により特定できる場合である。

【0133】

したがって、ステップS107においてYESと判断された場合には、まず、合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定すべく、AF制御部211aは絞り302の絞り値をAE演算（ステップS102）で得られた値よりも例えば1段上げ、絞り302の開口径を小さく、すなわち1段階絞った状態とする（ステップS

108)。

【0134】

そして絞り302を絞った状態とすることにより、露出値が適正露出よりも小さくなるため、CCD撮像素子303で得られる撮像画像を適正露出とするために、AF制御部211aはAGC回路313bにおけるゲイン値を所定値よりも1段階上昇させる（ステップS109）。ただし、ゲイン値を上昇させる代わりに、CCD撮像素子303の電荷蓄積時間を長くしても同様の効果を得ることができる。

【0135】

ステップS108、S109の処理により、被写界深度を浅くすることができ、合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定することが可能な程度に評価値変化を生じさせることができる。

【0136】

そしてAF制御部211aは、評価値を導出し（ステップS110）、レンズ駆動を行って（ステップS111）、再び評価値を導出する（ステップS112）。そしてステップS110とS112とで得られた評価値を比較することで、AF制御部211aは合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定し、評価値が合焦位置近傍に近づいたことを示す所定値以上となるまで、合焦位置方向へのレンズ駆動と評価値取得とを繰り返す（ステップS113）。

【0137】

そして、評価値が所定値以上となったときには、レンズ位置が合焦位置近傍にあると認識できるため、AF制御部211aは、レンズ位置を高精度に合焦位置に一致させるべく、絞り302の開口径を大きくし、被写界深度を浅くする（ステップS114）。なお、このとき、AF制御部211aは、AE演算（ステップS102）にて得られた絞り値よりも大きく開放側に絞りを開く。これによつて、実際の撮影時よりも被写界深度を浅くすることができ、合焦位置を高精度に求めることができるのである。

【0138】

次にAF制御部211aは、絞り302の開口径を大きくしたことに伴い、露

出値を適正レベルに維持するために、AGC回路313bにおけるゲイン値を低下させる（ステップS115）。なお、電荷蓄積時間を調整する場合には、電荷蓄積時間を短くさせる。

【0139】

そして、図19のフローチャートに進み、AF制御部211aは評価値を取得し（ステップS131）、レンズ駆動を行って（ステップS132）、再び評価値を取得する（ステップS133）。そして、ステップS134において、AF制御部211aは評価値が最大値を越えたか否かにより、合焦位置を決定することが可能であるか否かを判断する。そして、未だ最大値を超えておらず、合焦位置を決定することができない場合には、レンズ駆動と評価値の取得とを繰り返すべく、ステップS132以降の動作を繰り返す。一方、合焦位置を決定することが可能である場合には、ステップS135に進む。

【0140】

そしてステップS135においてAF制御部211aは、合焦位置を決定し、その合焦位置にレンズ位置を合わせる。なお、このとき、AF制御部211aは、必要に応じて、上述した補間処理や微小ピッチPでのレンズ駆動等を行って、合焦位置を高精度に求める。

【0141】

そして、ズームレンズ301のレンズ位置を合焦位置に一致させると、AF制御部211aは絞り302をAE演算（ステップS102）で得られた絞り値に戻すとともに（ステップS136）、AGC回路313bにおけるゲイン値を元の所定値に戻す（ステップS137）。なお、電荷蓄積時間で調整を行った場合には、電荷蓄積時間が元の時間に戻される。

【0142】

以上で、被写体像を撮影するための準備が整ったことになり、AF制御部211aの役割は終了する。そして、全体制御部211は、ユーザによるシャッタボタン8の全押し操作があったか否かを検出する（ステップS138）。

【0143】

シャッタボタン8の全押し操作があったときには、全体制御部211はCCD撮

像素子303で得られる撮像画像に対して各種の画像処理を施して画像メモリ209に撮像画像を格納する撮影処理を行う（ステップS139）。そして全体制御部211は、画像メモリ209に格納されている撮像画像をメモリカード91に記録して処理を終了させる（ステップS140）。

【0144】

上記一連の処理により、合焦位置方向へのレンズ駆動方向を特定することができない場合であっても絞り302を絞ることで容易にレンズ駆動方向を特定することができ、効率的に合焦位置にレンズ位置を移動させることができる。

【0145】

一方、ステップS107において、評価値変化が基準値よりも大きい場合には、図18のフローチャートに示す処理を行うことになる。つまり、AF制御部211aは、評価値変化に基づいて合焦位置方向を特定し、その方向へのレンズ駆動を行うとともに（ステップS121）、評価値を取得し（ステップS122）、合焦位置を決定することが可能であるか否かを判断する（ステップS123）。このステップS123における処理は、既述のステップS134と同様の処理である。

【0146】

そして、AF制御部211aは合焦位置の決定を行い、その合焦位置にレンズ位置を一致させる（ステップS124）。このステップS124における処理も既述のステップS135と同様の処理である。

【0147】

そして、図19に示すステップS138に進み、シャッタボタン8の全押し操作があれば、撮影処理（ステップS139）を行うことになる。

【0148】

以上の動作シーケンスでユーザがシャッタボタン8を操作した際のオートフォーカスが効率よく実現されることとなる。ただし、オートフォーカス制御が機能するのは、ユーザがシャッタボタン8を操作したときに限られず、デジタルカメラ1の電源をオン状態とし、かつ、そのときにライブビュー表示がオン状態となっているときに行ってもよい。また、再生モードから撮影モードへのモード切替

が行われたときに、速やかに撮影動作を可能するためにオートフォーカス制御を機能させてもよい。さらに、撮影処理後の連続撮影に備えてオートフォーカス制御を機能させてもよい。

【0149】

以下においては、このような場合の処理シーケンスについて説明する。

【0150】

図20ないし図22は、デジタルカメラ1の電源をオン状態とし、かつ、そのときにライブビュー表示がオン状態となっているときにオートフォーカス制御を行うためのフローチャートである。なお、図20ないし図22において、上記図17ないし図19と同様の処理を行うものについては同一符号を付したステップで記載しており、ここではそれらについての説明を省略する。

【0151】

まず、全体制御部211は、デジタルカメラ1の電源がオン状態とされると、ライブビュー表示がオン状態であるか否かを判断する（ステップS201）。そして、ライブビュー表示がオン状態である場合には、上記図17ないし図19に示した処理と同様の処理（ステップS102～S115, S121～S124, S131～S137）を行って、合焦位置を効率的に求めるとともに、合焦位置にズームレンズ301のレンズ位置を移動させる。

【0152】

そして、全体制御部211はLCD10に対して合焦した撮像画像をライブビュー表示する（ステップS202）。

【0153】

このような処理を行うことにより、電源がオン状態とされた後、速やかに合焦した撮像画像をLCD10にライブビュー表示することができるため、デジタルカメラ1の操作性を向上させることが可能になる。

【0154】

次に、図23は、再生モードから撮影モードへのモード切替が行われたときに、オートフォーカス制御を行うためのフローチャートである。なお、図23にフローチャート以降に続く処理としては、上記の図21及び図22と同一であるた

め、それらを参照することとする。また、図23において、上記と同様の処理を行うものについては同一符号を付したステップで記載しており、ここではそれらについての説明を省略する。

【0155】

全体制御部211は、デジタルカメラ1のモードが再生モードから撮影モードに切り替えられると、ライブビュー表示がオン状態であるか否かを判断する（ステップS201）。そして、ライブビュー表示がオン状態である場合には、上記図23、図21及び図22に示した処理（ステップS102～S115、S121～S124、S131～S137）を行って、合焦位置を効率的に求めるとともに、合焦位置にズームレンズ301のレンズ位置を移動させる。

【0156】

そして、全体制御部211はLCD10に対して合焦した撮像画像をライブビュー表示する（図22のステップS202参照）。

【0157】

このような処理を行うことにより、撮影モードに切り替わった時点で、速やかに合焦した撮像画像をLCD10にライブビュー表示することができるとともに、撮影処理のための準備を行うことができるため、デジタルカメラ1の操作性を向上させることができくなる。

【0158】

次に、図24は、撮影処理後に再びオートフォーカス制御を行うためのフローチャートである。なお、図24にフローチャート以降に続く処理としては、上記の図21及び図22と同一であるため、それらを参照することとする。また、図24において、上記と同様の処理を行うものについては同一符号を付したステップで記載しており、ここではそれらについての説明を省略する。

【0159】

上述のように全体制御部211は、シャッターボタン8の全押し後に、撮影処理を行って、撮像画像をメモリカード91に記録する。そして、全体制御部211は、撮像画像のメモリカード91への記録処理が終了したか否かを判断する（ステップS211）。そして、記録処理が終了すると、上記図23、図21及び図

22に示した処理（ステップS102～S115, S121～S124, S131～S137）を行って、合焦位置を効率的に求めるとともに、合焦位置にズームレンズ301のレンズ位置を移動させる。

【0160】

そして、全体制御部211はLCD10に対して合焦した撮像画像をライブビュー表示する（図22のステップS202参照）。

【0161】

このような処理を行うことにより、撮影処理後に、速やかに次の撮影が連続して行われる場合であっても速やかに合焦位置にレンズ駆動を行うことができ、操作性が向上する。また、撮影処理後、速やかに合焦した撮像画像をLCD10にライブビュー表示することができるため、デジタルカメラ1の操作性を向上させることが可能になる。

【0162】

<5. 変形例>

以上、この発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記の内容のものに限定されるものではない。

【0163】

例えば、オートフォーカス用の評価値を求めるために上記構成例では、黒レベル補正回路206から撮像画像を全体制御部211に入力していたが、これに限定されるものではなく、他の部分から全体制御部211に入力するように構成してもよい。

【0164】

また、上記説明においては、撮像レンズがズームレンズ301である場合を例示したが、撮像レンズはズームレンズに限定されるものでもない。

【0165】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、被写界深度よりも大きい間隔で撮像レンズを段階的に駆動させ、各駆動段階で撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求め、複数の駆動段階における複数の評価値に対して

所定の補間処理を行うことで、合焦面を撮像面に一致させるための撮像レンズの合焦位置を導出するとともに、そのように導出された合焦位置に撮像レンズを駆動させるように構成されているため、効率的に合焦位置を求めることができ、短時間かつ高精度に撮像レンズを合焦位置に移動させることができることが可能になる。

【0166】

請求項2に記載の発明によれば、補間処理が、急傾斜延長法によって評価値の最大位置を特定することで合焦位置を導出する処理であるため、演算に要する時間が短く、効率的に合焦位置を求めることができ、短時間で撮像レンズを合焦位置に移動させることができが可能になる。

【0167】

請求項3に記載の発明によれば、合焦面が撮像面の前側にあるときの評価値および合焦面が撮像面の後側にあるときの評価値に基づいて、補間処理を行うことで合焦位置を導出するように構成されているため、高精度に合焦位置を求めることが可能るとともに、短時間で撮像レンズを合焦位置に移動させることができが可能になる。

【0168】

請求項4に記載の発明によれば、合焦面が撮像面に一致する合焦位置を検出するため、絞りを所定の開口径よりも絞った状態として、撮像レンズを駆動させ、各駆動位置で撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値を求めて、合焦位置に撮像レンズを駆動するための駆動方向を特定するように構成されているため、例えば撮像レンズが合焦位置から大幅に外れている場合であっても、合焦位置の方向を容易に判別することができるため、効率よく撮像レンズを合焦位置に移動させることができる。

【0169】

請求項5に記載の発明によれば、絞りを露出演算手段によって求められる適正值によって定まる開口径よりも絞った状態として、駆動方向を特定するため、被写界深度を深くすることができ、容易に合焦位置の方向を判別することができる。

【0170】

請求項6に記載の発明によれば、制御手段によって絞った状態とされる絞りの開口径に応じてゲインを上昇させるように構成されているため、露出レベルの低下を回避した状態で効率よく合焦位置を求めることができる。

【0171】

請求項7に記載の発明によれば、絞りの開口径に応じて、撮像素子によって被写体像を撮像するときの電荷蓄積時間を長くするように構成されているため、露出レベルの低下を回避した状態で効率よく合焦位置を求めることができる。

【0172】

請求項8に記載の発明によれば、撮像レンズが合焦位置近傍まで移動したときに、絞った状態の絞りの開口径を大きくするように構成されているため、合焦位置近傍で被写界深度を浅くすることができ、高精度に合焦位置を求めることができる。

【0173】

請求項9に記載の発明によれば、撮像レンズが合焦位置近傍まで移動したときに、絞りを適正值によって定まる開口径よりも開いた状態とするため、高精度に合焦位置を求めることができる。

【0174】

請求項10に記載の発明によれば、開いた状態とされる絞りの開口径に応じてゲインを低下させるため、露出レベルを一定の状態に維持することができる。

【0175】

請求項11に記載の発明によれば、絞りが所定の開口径である状態において駆動方向が特定できない場合に、絞りを所定の開口径よりも絞るため、駆動方向が特定できる場合には絞り調整は行われず、無駄な動作を行うことがないので効率的に合焦位置を求めることができる。

【0176】

請求項12に記載の発明によれば、制御手段が撮影指示があったときに機能するため、撮影時において効率よくかつ高精度で撮像レンズを合焦位置に移動させることができる。

【0177】

請求項13に記載の発明によれば、制御手段が電源オン状態となったときに機能するため、電源がオン状態となったときに合焦した撮像画像を表示することができるとともに、速やかに撮影準備を行うことができ、操作性が向上する。

【0178】

請求項14に記載の発明によれば、制御手段が撮影処理後に機能するため、連続撮影時に対処することができ、操作性が向上する。

【0179】

請求項15に記載の発明によれば、制御手段が撮影モードへの切り替えが行われたときに機能するため、速やかに撮影準備を行うことができ、操作性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

デジタルカメラの外観構成の一例を示す図である。

【図2】

デジタルカメラの外観構成の一例を示す図である。

【図3】

デジタルカメラの外観構成の一例を示す図である。

【図4】

デジタルカメラの外観構成の一例を示す図である。

【図5】

デジタルカメラの機能的構成を示すブロック図である。

【図6】

撮像部における各部の配置を示す概略図である。

【図7】

撮像画像の一例を示す図である。

【図8】

オートフォーカス領域を示す図である。

【図9】

オートフォーカスの概念を示す図である。

【図10】

第1のオートフォーカス制御の駆動形態を示す図である。

【図11】

合焦位置近傍において評価値変化が小さい場合を示す図である。

【図12】

第2のオートフォーカス制御の駆動形態を示す図である。

【図13】

第2のオートフォーカス制御における第1の補間処理を示す図である。

【図14】

第2のオートフォーカス制御における第2の補間処理を示す図である。

【図15】

第2のオートフォーカス制御における第3の補間処理を示す図である。

【図16】

第3のオートフォーカス制御において絞りを制御する前後における評価値変化曲線を示す図である。

【図17】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図18】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図19】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図20】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図21】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図22】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図23】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【図24】

デジタルカメラにおける理シーケンスの一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 デジタルカメラ

3 撮像部

10 LCD

301 ズームレンズ（撮像レンズ）

302 絞り

303 CCD撮像素子

313 信号処理回路

313b AGC回路（ゲイン調整手段）

206 黒レベル補正回路

211 全体制御部

211a AF制御部

211b AE演算部

214 AFモータ駆動回路

215 ズームモータ駆動回路

216 絞りモータ駆動回路

400 撮像画像

410 オートフォーカス領域

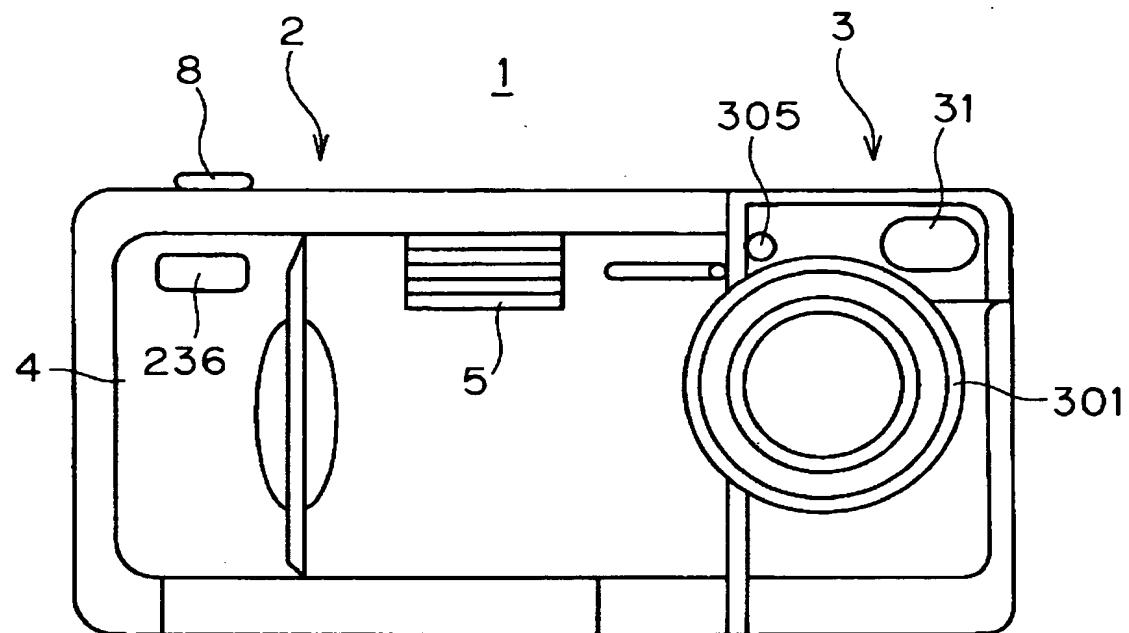
M1 ズームモータ

M2 AFモータ

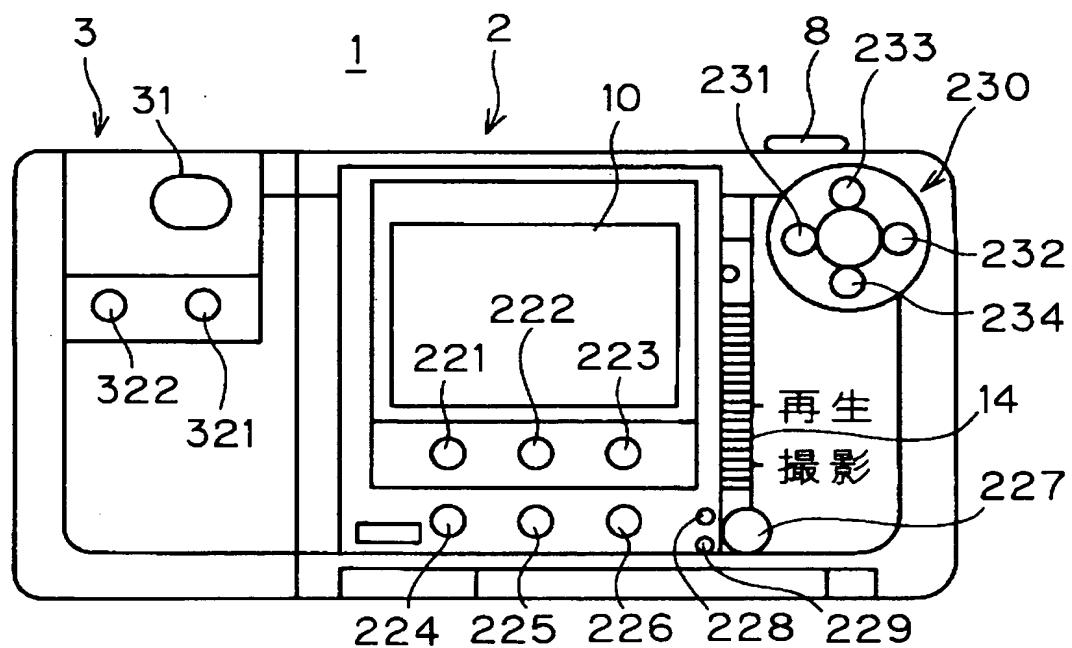
M3 絞りモータ

【書類名】 図面

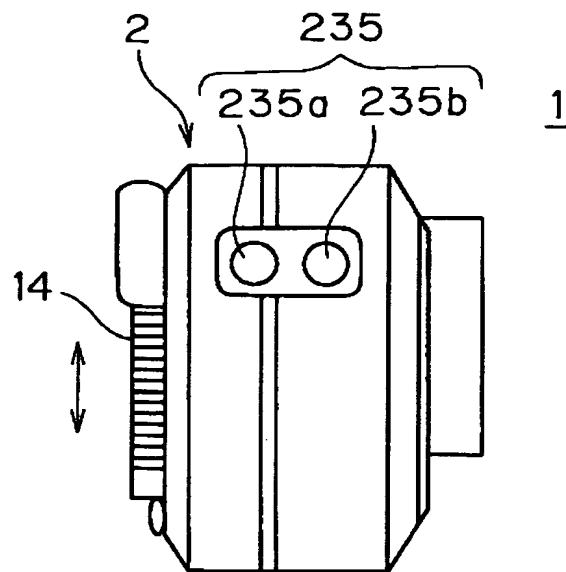
【図1】



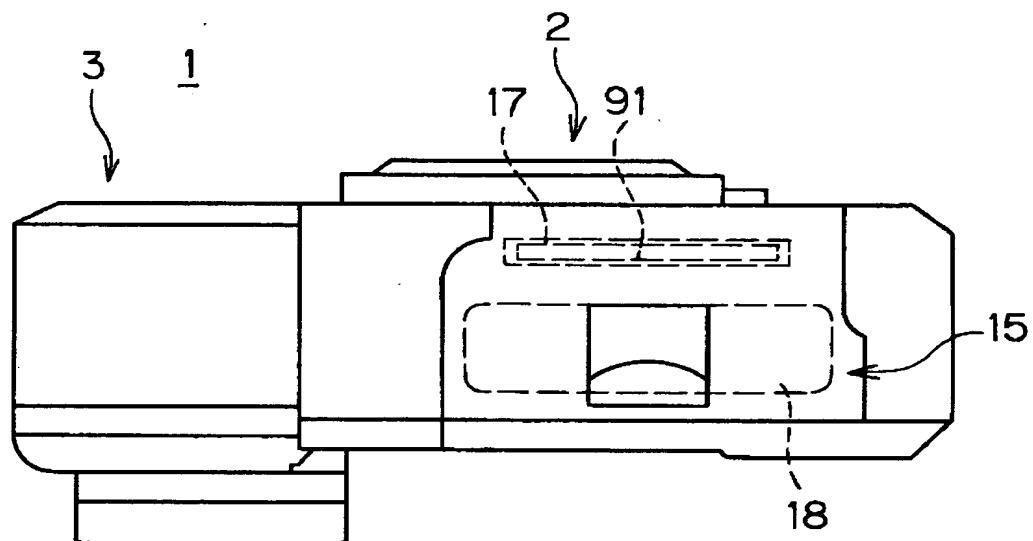
【図2】



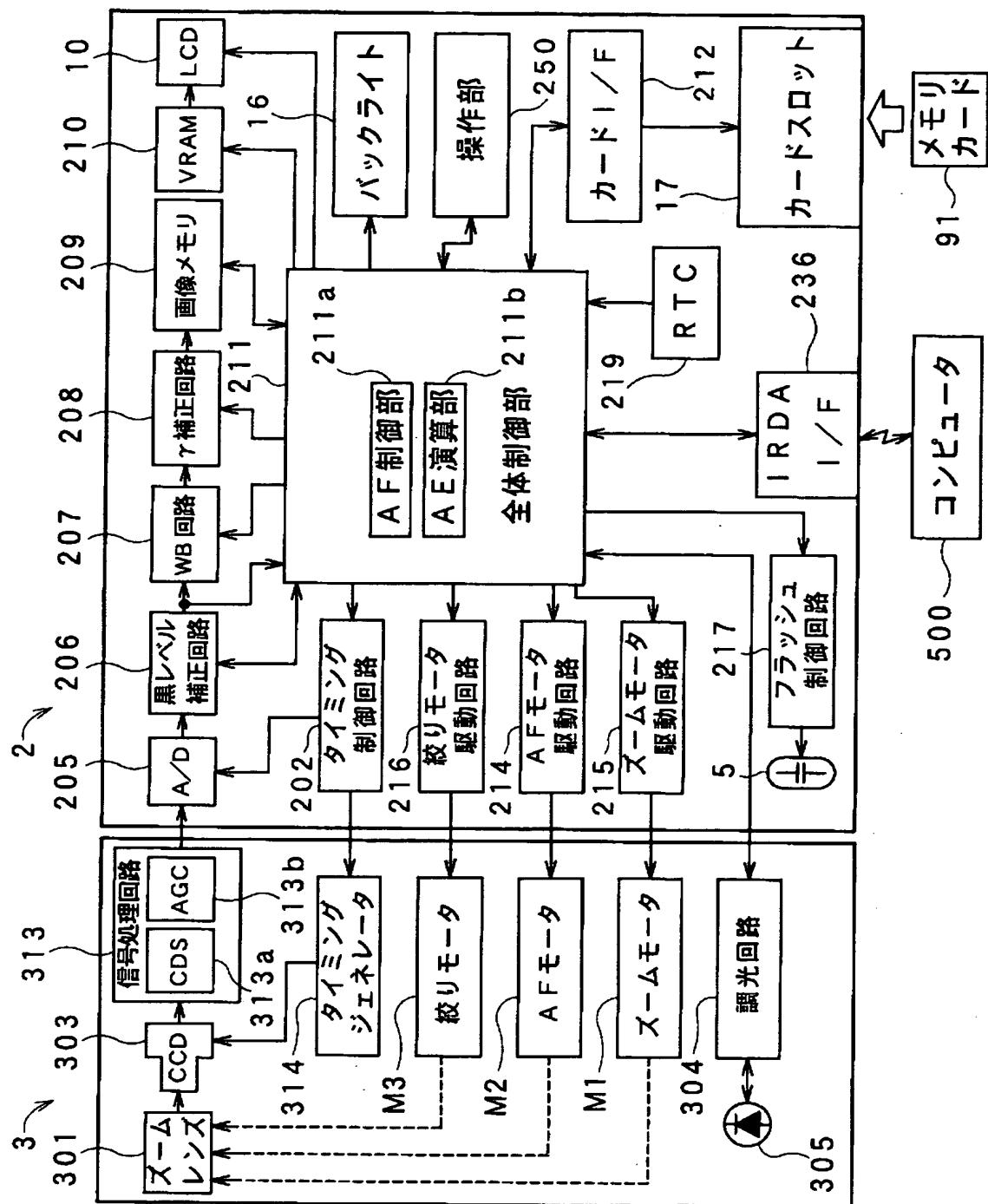
【図3】



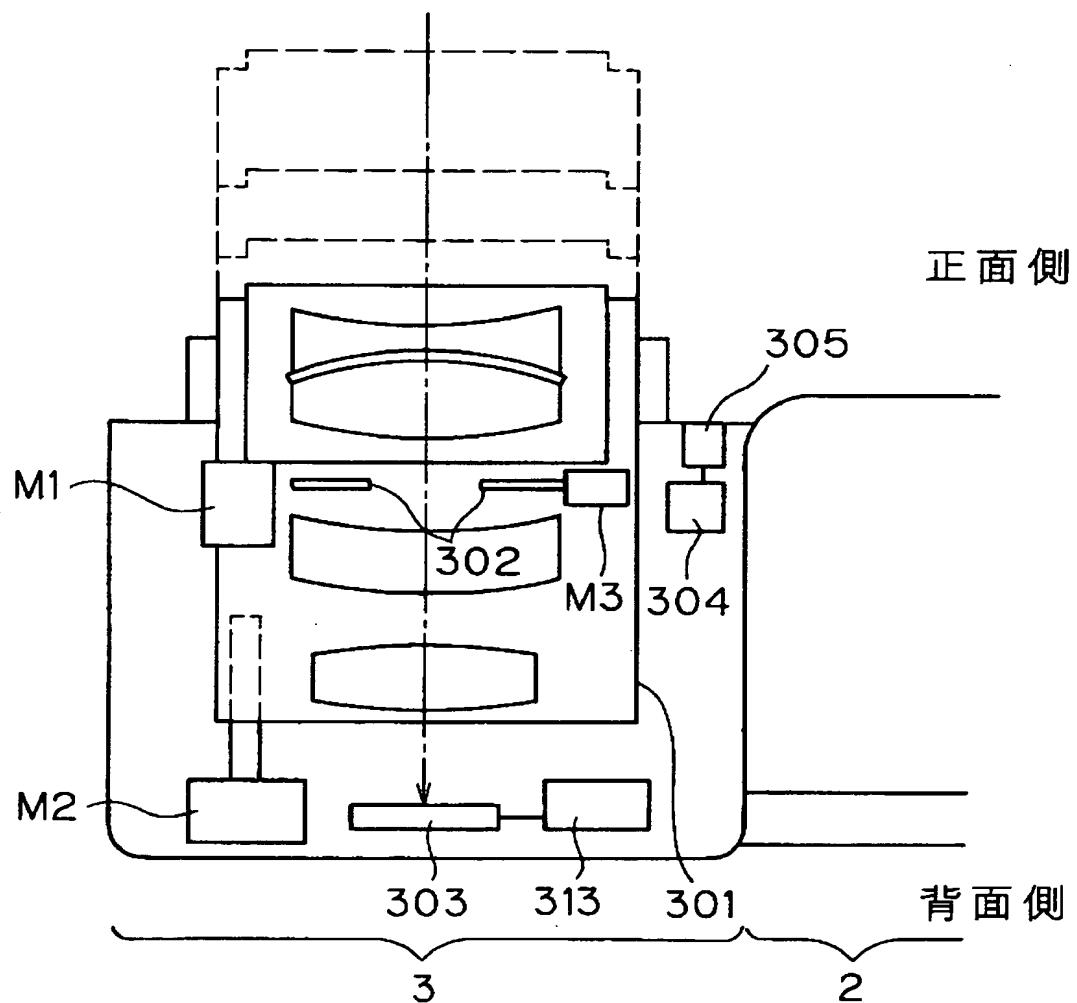
【図4】



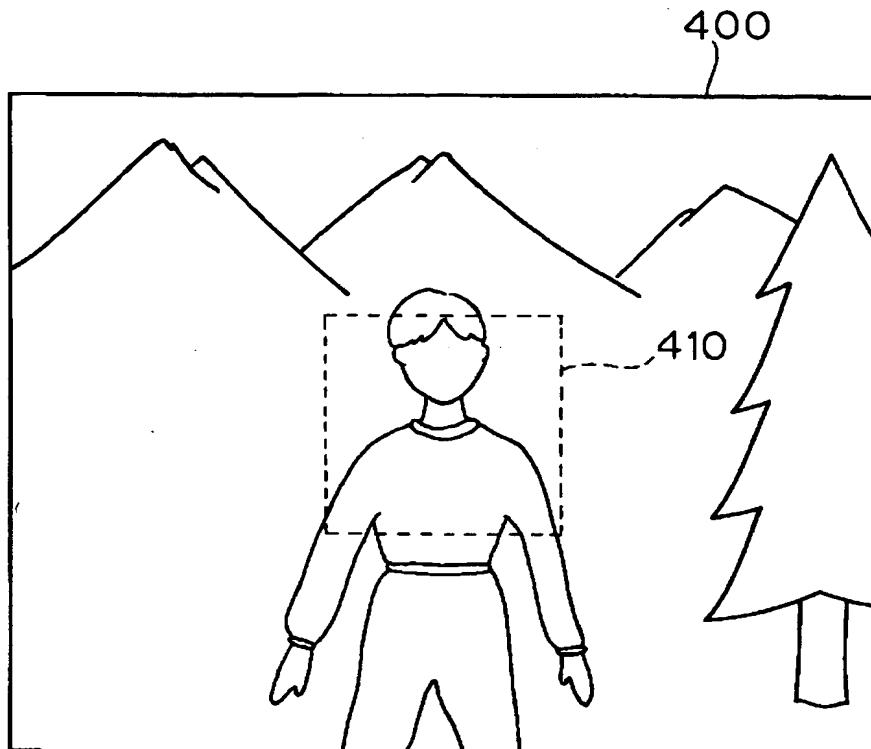
【図5】



【図6】



【図7】

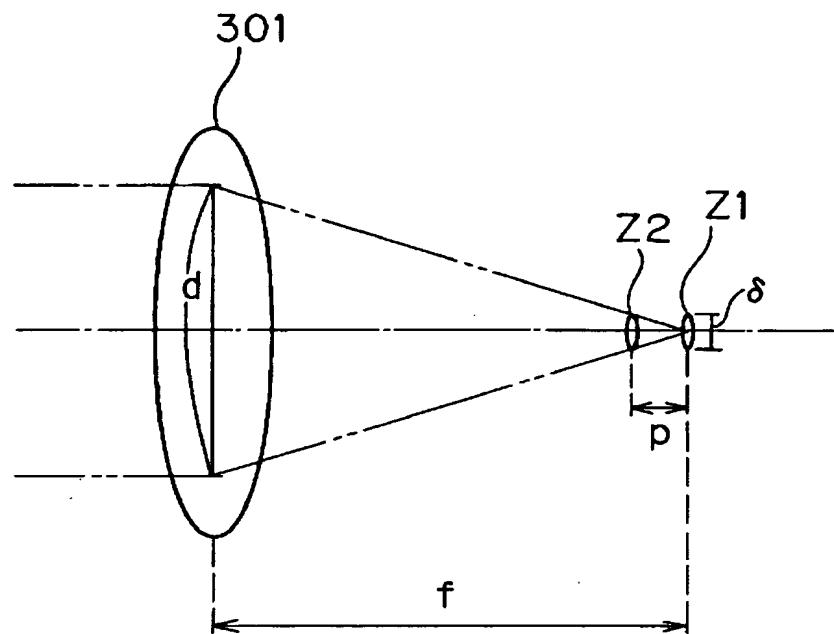


【図8】

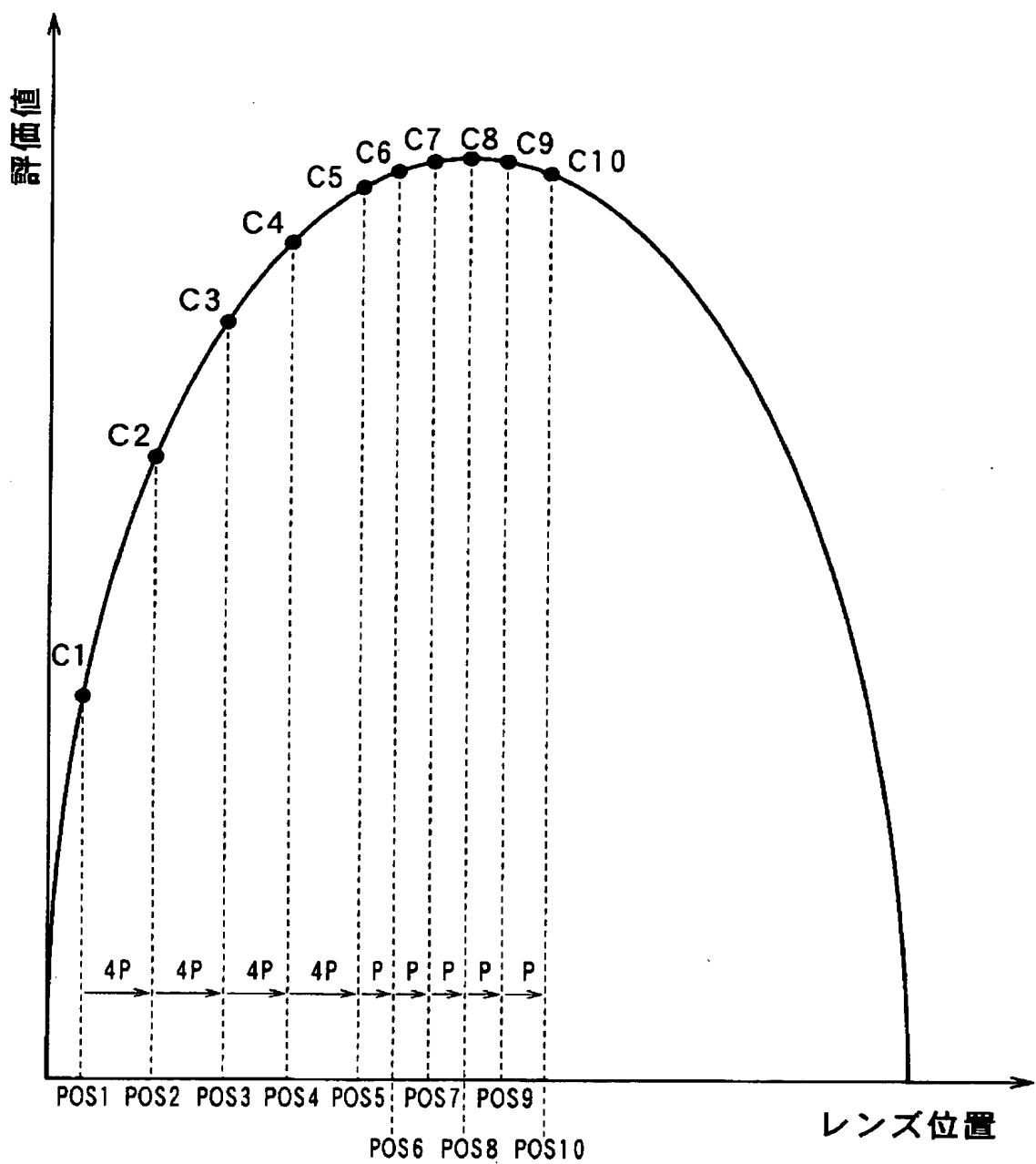
A diagram illustrating a matrix structure. It consists of a grid of cells labeled with subscripts. The columns are labeled $D_{11}, D_{21}, \dots, D_{i1}$ and the rows are labeled $D_{12}, D_{22}, \dots, D_{1j}, \dots, D_{ij}$. A dashed line connects the cells D_{11} and D_{1j} . A lightning bolt, labeled '410', is shown striking the grid. The entire structure is enclosed in a rectangular border.

D_{11}	D_{21}	\dots	D_{i1}
D_{12}	D_{22}	\dots	
\vdots	\vdots		
D_{1j}	\dots		D_{ij}

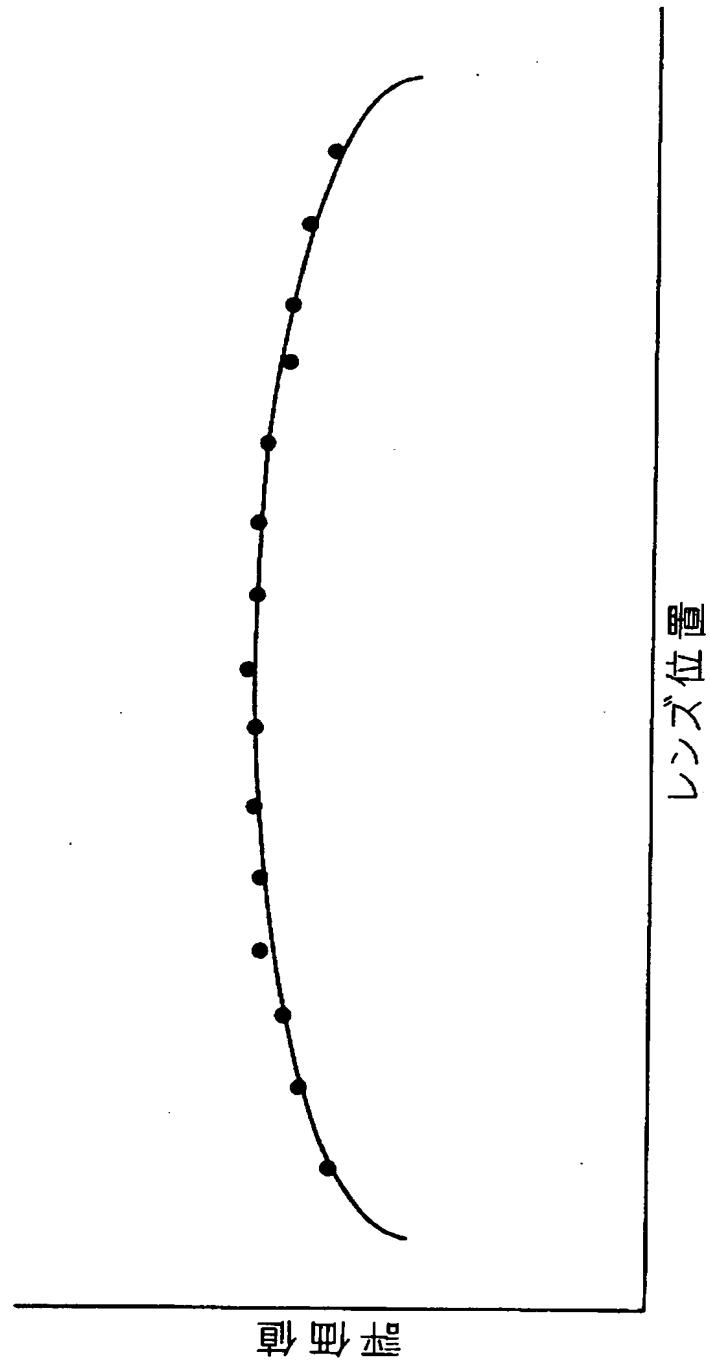
【図9】



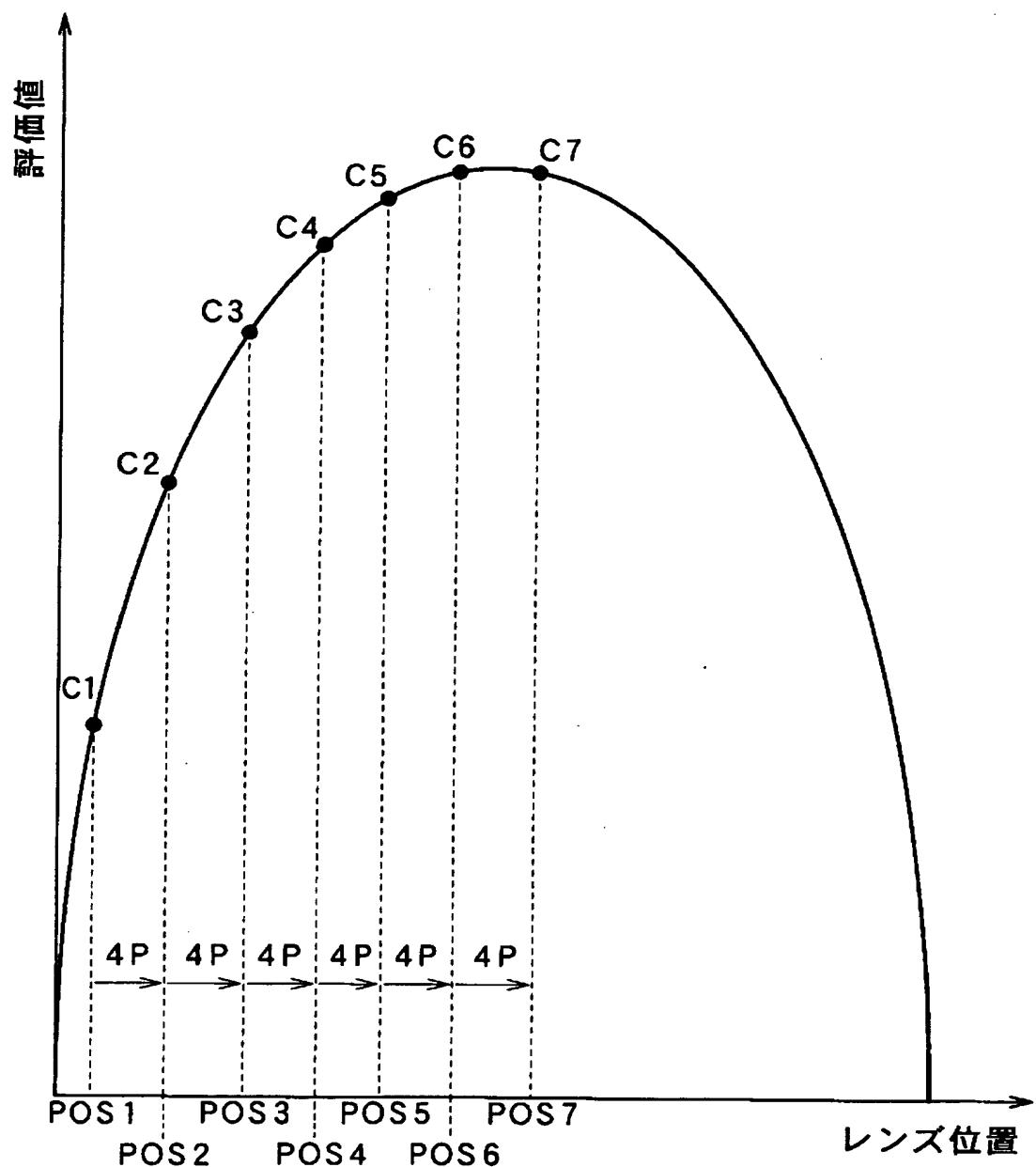
【図10】



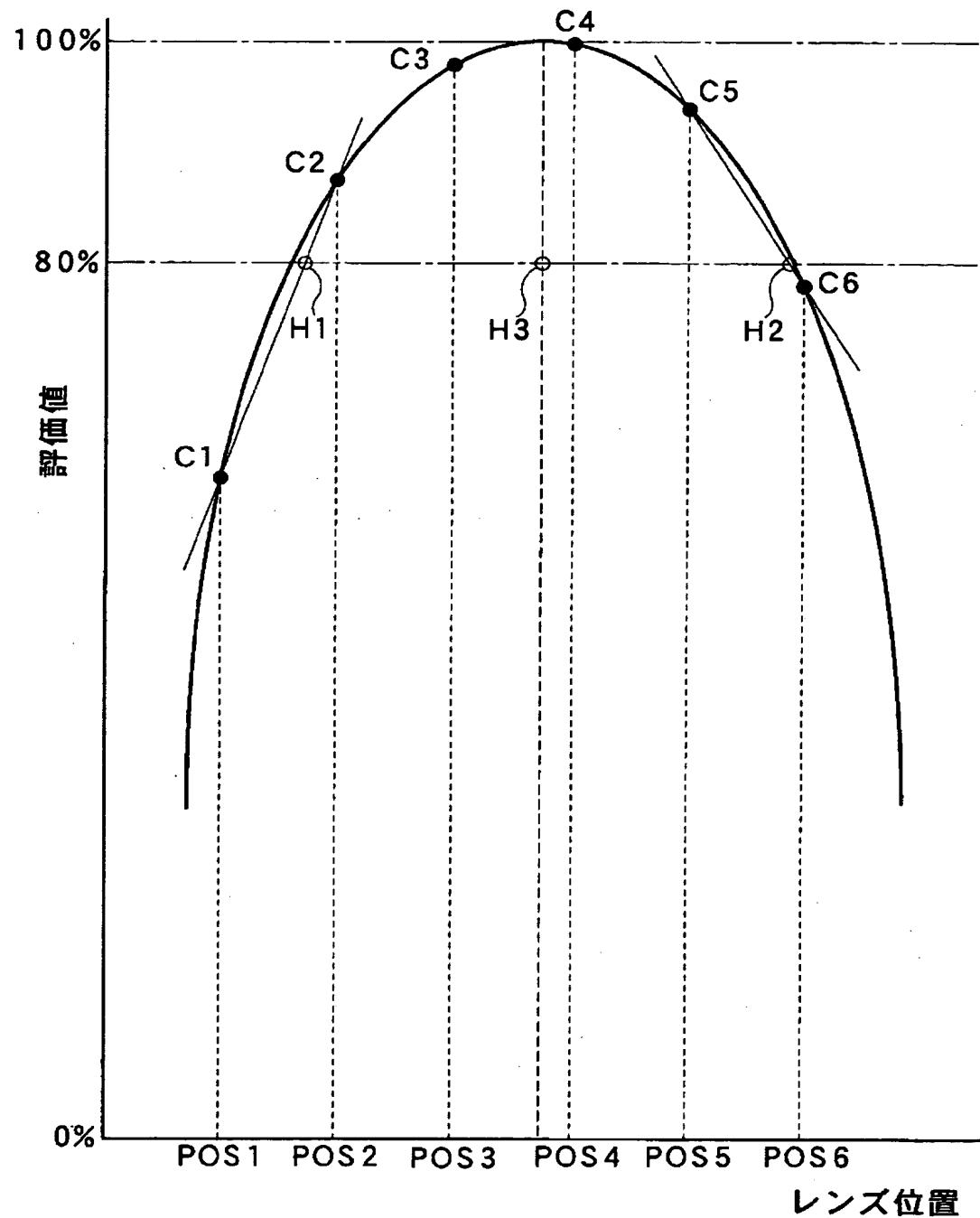
【図11】



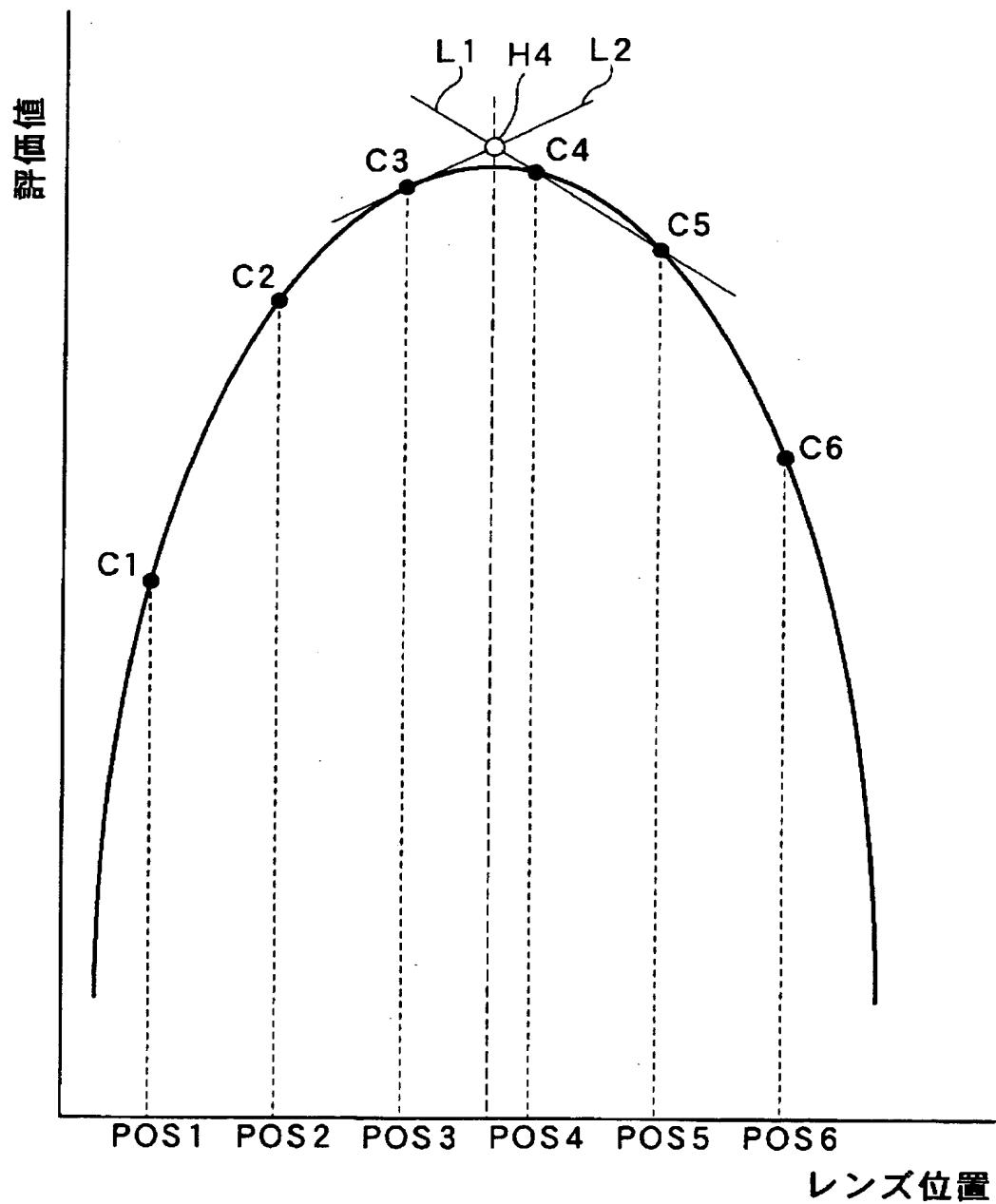
【図12】



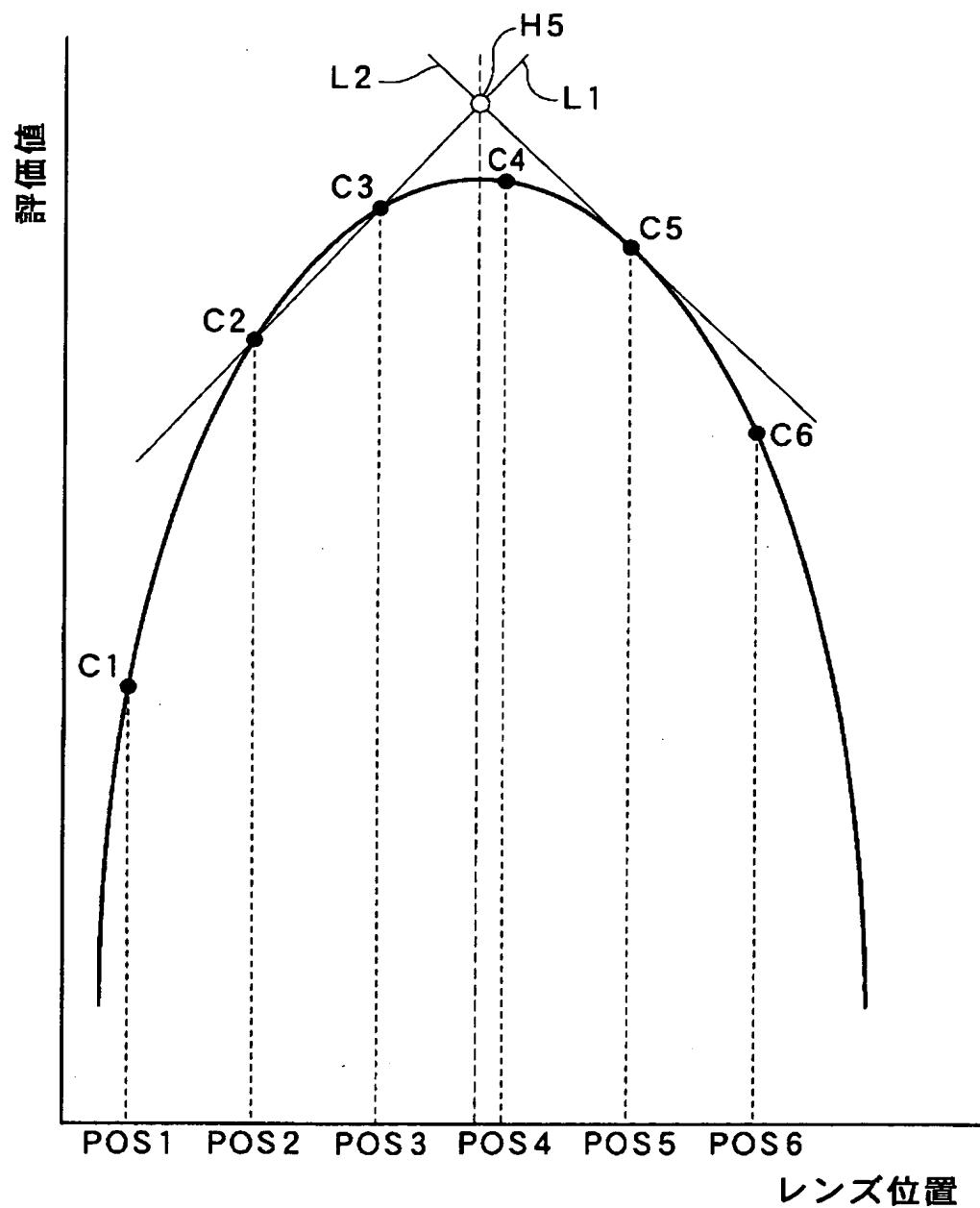
【図13】



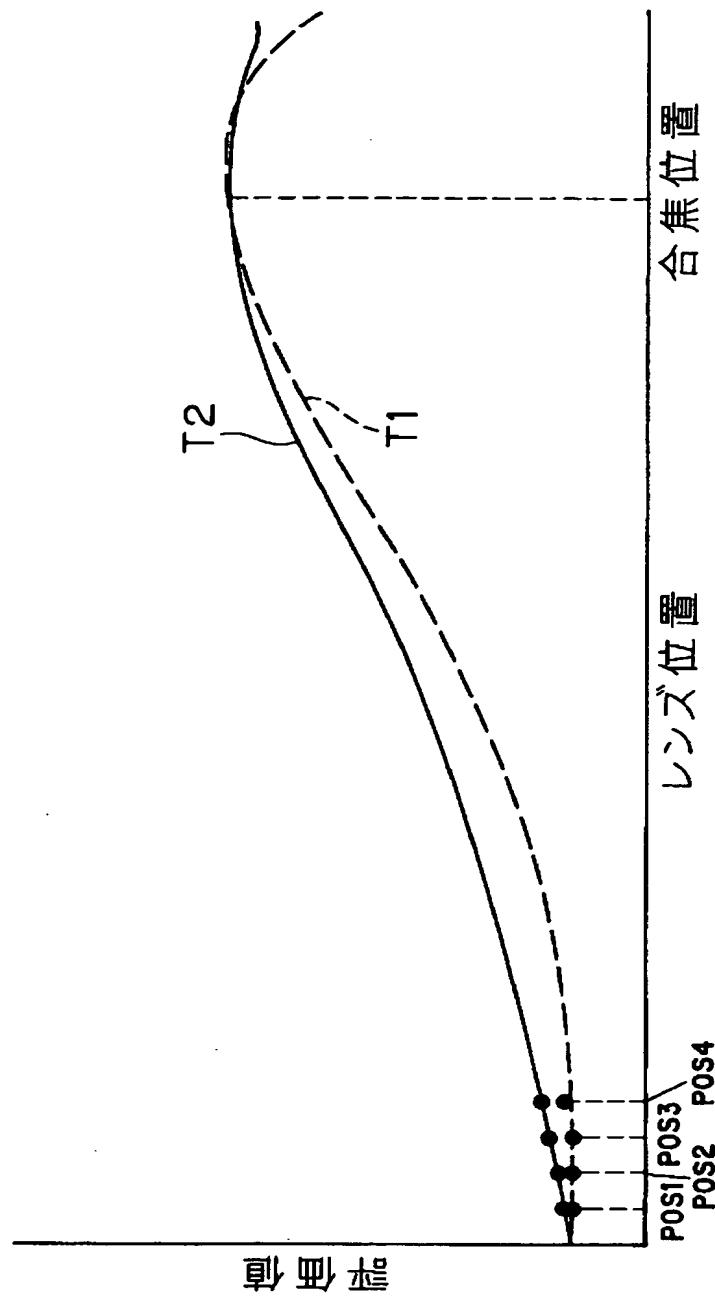
【図14】



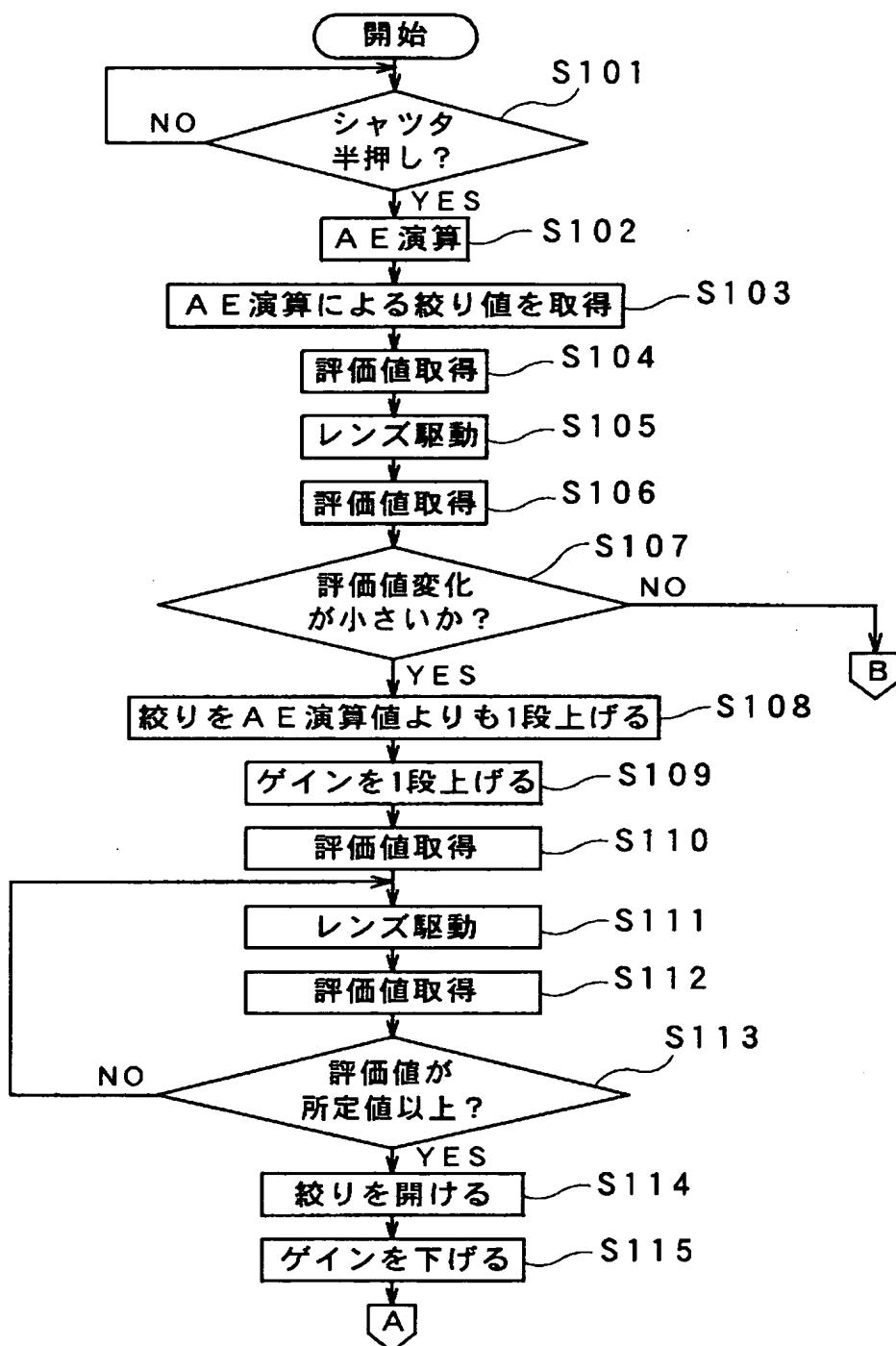
【図15】



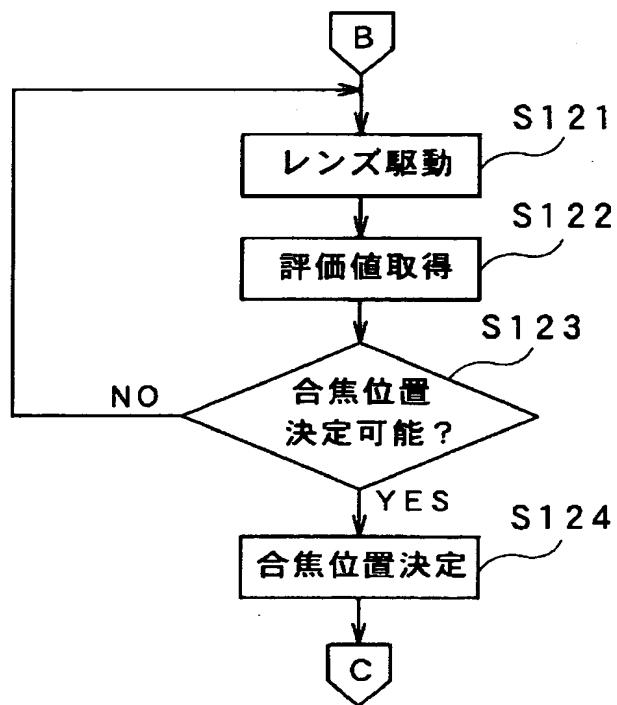
【図16】



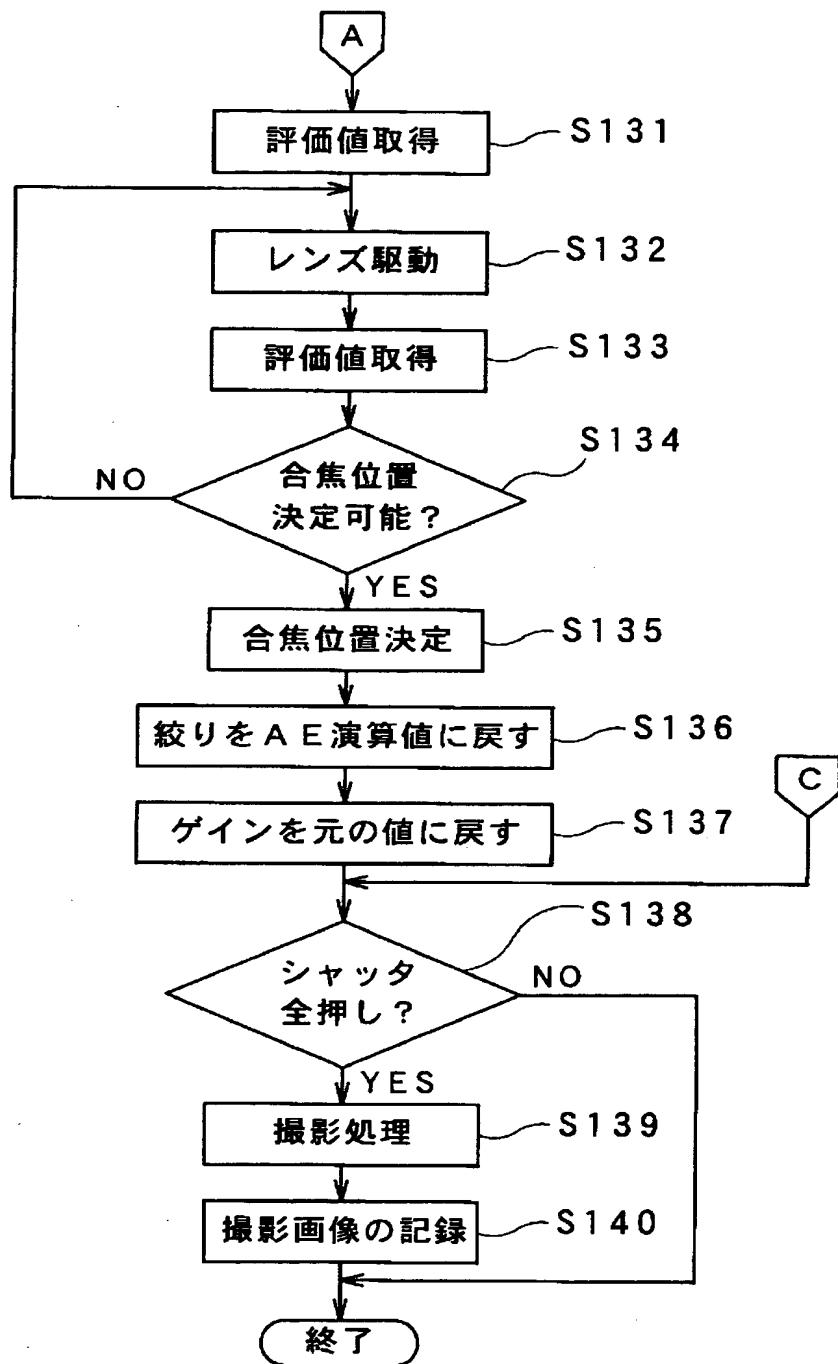
【図17】



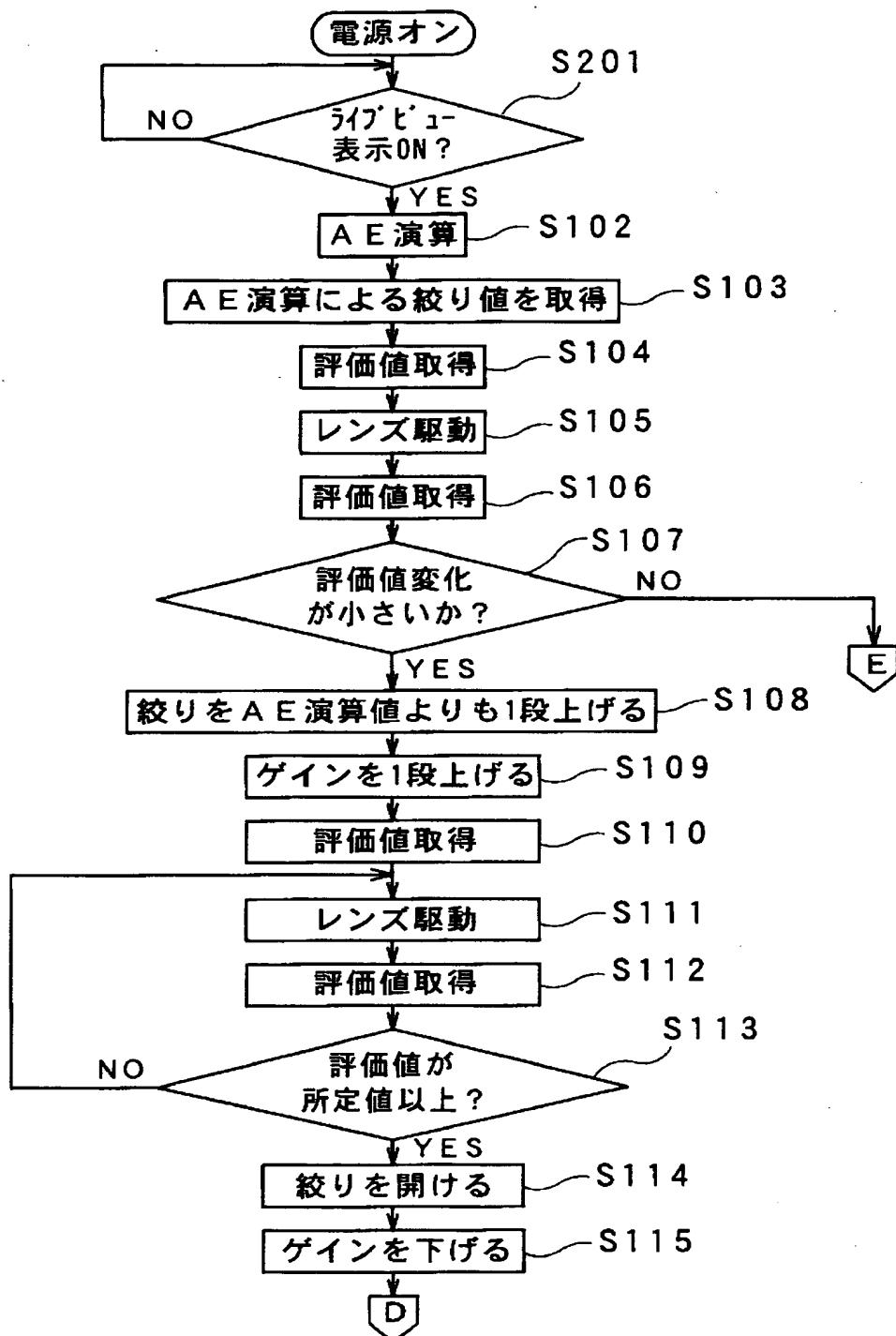
【図18】



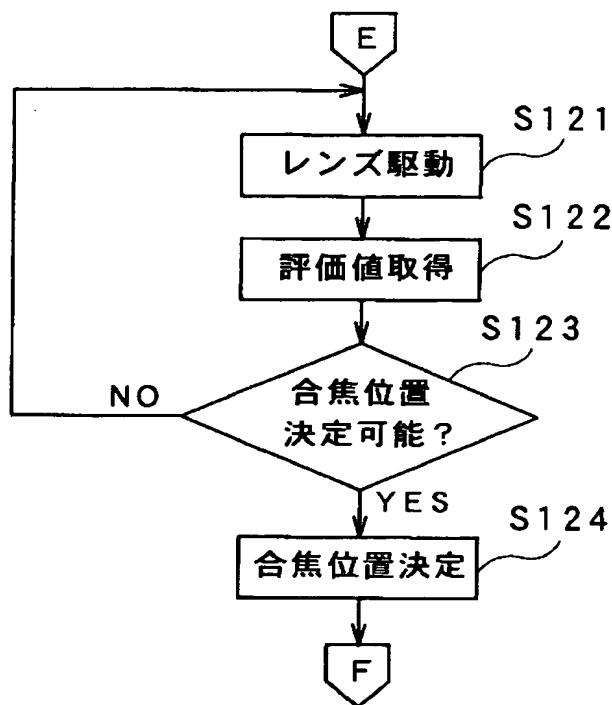
【図19】



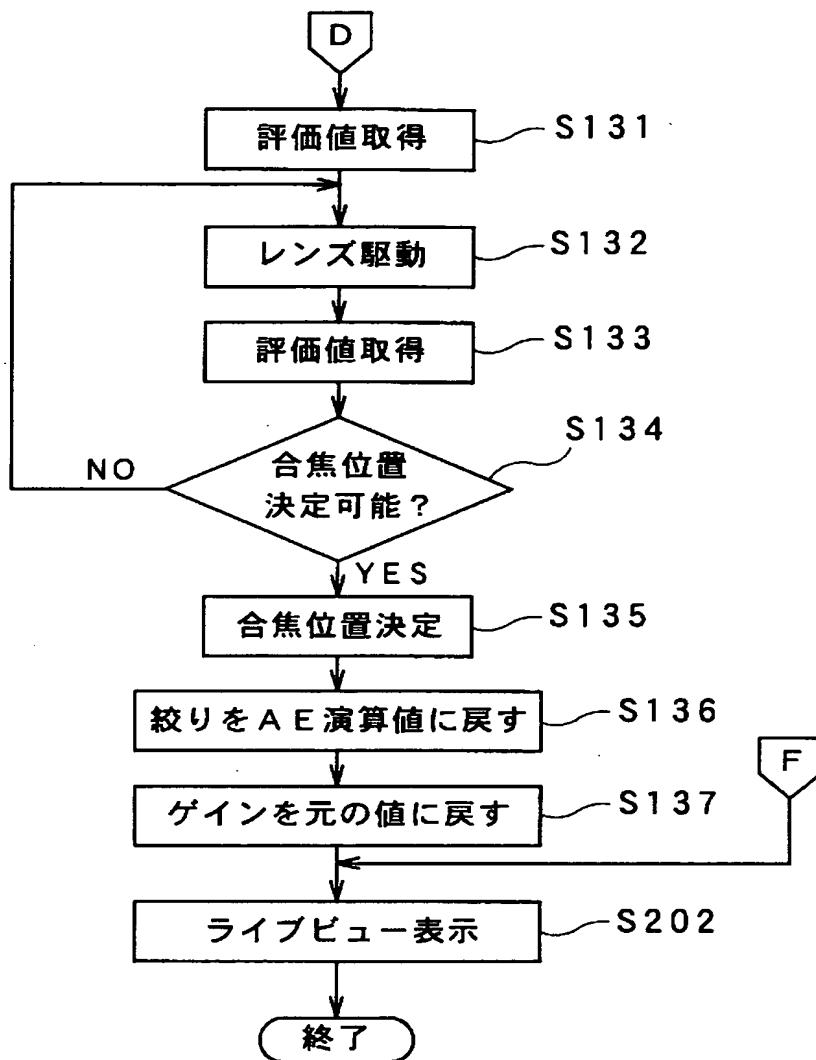
【図20】



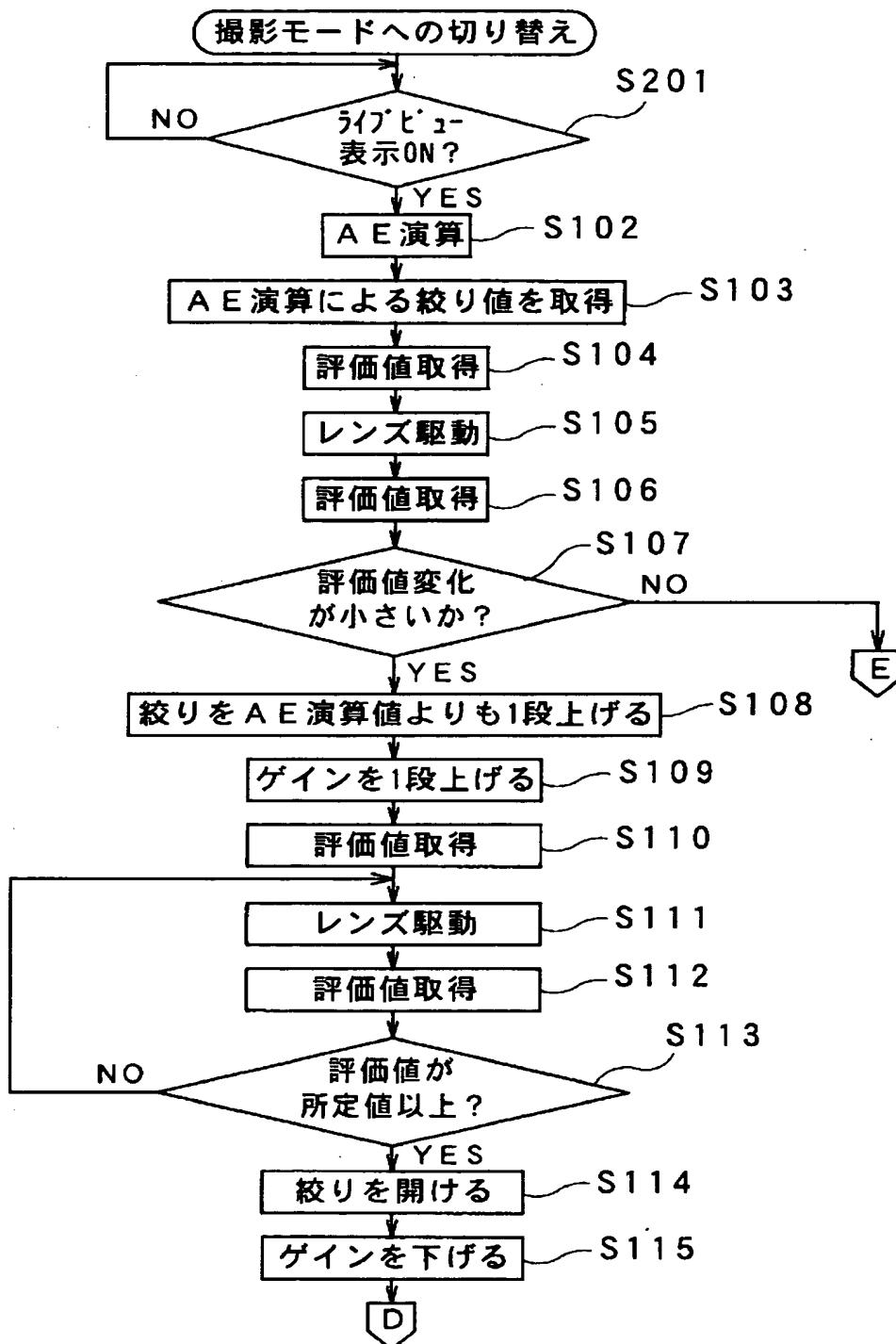
【図21】



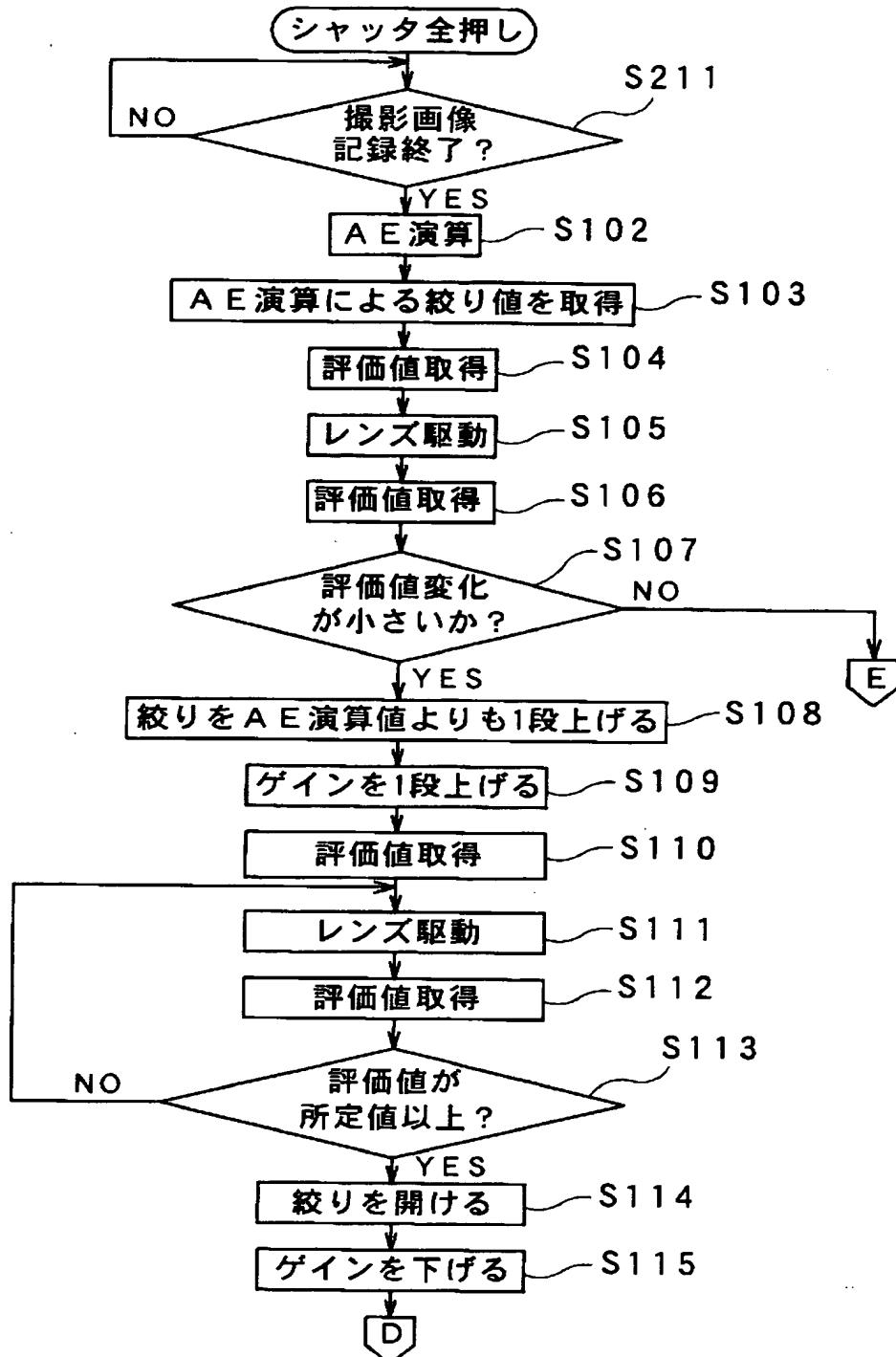
【図22】



【図23】



【図24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタルカメラにおいて効率的に合焦位置を求めること。

【解決手段】 被写界深度よりも大きい間隔で撮像レンズのレンズ位置を段階的に駆動させ（POS1～POS6）、各駆動段階でCCD撮像素子から得られる撮像画像に基づいて評価値C1～C6を求め、複数の駆動段階における複数の評価値C1～C6に対して所定の補間処理を行うことで、合焦面を撮像面に一致させるための撮像レンズの合焦位置H3を導出する。そして、合焦位置H3に撮像レンズを駆動させて合焦とする。

【選択図】 図13

出願人履歴情報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社